

Aus dem Departement für Nutztiere (Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun) und
der Abteilung für Bildgebende Diagnostik (Wissenschaftliche Abteilungslei-
terin: Dr. S. Ohlerth) der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun und Dr. S. Ohlerth

Computertomographische Untersuchung des Abdomens bei 30 Ziegen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von
Mona Irmer
Tierärztin aus Überlingen, Deutschland

genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent
Prof. Dr. H. Augsburg, Korreferent

Zürich 2010
Zentralstelle der Studentenschaft

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	4
2. SUMMARY	5
3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	.6
4. LITERATURÜBERSICHT	.7
4.1. Anatomie des Abdomens der Ziege	7
4.1.1. Begrenzung der Bauch- und Beckenhöhle	7
4.1.2. Verdauungsapparat	8
4.1.3. Leber	11
4.1.4. Pankreas	12
4.1.5. Milz	12
4.1.6. Harn- und Geschlechtsapparat	12
4.1.7. Gefäße	14
4.1.8. Nebennieren	15
4.1.9. Lymphatisches System	15
4.2. Vergleichende Computertomographie und Querschnittanatomie	15
4.3. Computertomographie	16
4.4. Anwendungen der Computertomographie im Bereich des Abdomens beim Menschen	17
4.5. Anwendungen der Computertomographie im Bereich des Abdomens beim Tier	18
4.6. Vermessung der anatomischen Strukturen innerhalb des Abdomens	19
4.7. Vergleiche der Computertomographie mit der konventionellen Radio- graphie und Sonographie	21
5. MATERIAL UND METHODIK	23
5.1. Untersuchte Tiere	23
5.2. Gesamtprojekt	23
5.3. Voruntersuchungen	23
5.4. Anästhesie für die computertomographische Untersuchung	24
5.5. Computertomographische Untersuchung	24
5.5.1. Untersuchungsablauf	24
5.5.2. CT-Einstellungen	25
5.5.3. Bildbearbeitung und Auswertung	25
5.5.4. Knochenfenster (subjektive Beurteilung)	26

5.5.5. Weichteilfenster (subjektive Beurteilung)	26
5.5.6. Ingestafenster (subjektive Beurteilung)	26
5.5.7. Messungen im Abdomen	27
5.5.8. Multiplanare Rekonstruktion	27
5.5.9. Messungen im Knochenfenster	28
5.5.10. Messungen im Weichteilfenster	30
5.5.11. Messungen im Ingesta-Fenster	39
5.6. Schlachtung bzw. Euthanasie	39
5.7. Vergleich von CT-Bild und anatomischem Präparat	40
5.7.1. Vorbereitung der euthanasierten Ziegen für die anatomische Untersuchung	40
5.7.2. Herstellung der anatomischen Schnitte	40
5.7.3. Vergleich der CT-Bilder mit den anatomischen Schnitten	41
5.7.4. Spezielle und pathologische CT-Befunde	41
5.7.5. Fallvorstellung	41
5.8. Statistik	41
5.9. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich	42
5.10. Tierversuchsbewilligung	42
6. ERGEBNISSE	43
6.1. Voruntersuchungen	43
6.2. Computertomographische Befunde	43
6.2.1. Knochenfenster	43
6.2.2. Weichteilfenster	44
6.3. Vergleich der CT-Aufnahmen mit den anatomischen Schnitten	74
6.3.1. Legende zu den Abbildungen	75
6.3.2. Querschnittanatomie des Abdomens einer 3-jährigen Saanenziege	79
6.3.3. Dorsalschnitt des Abdomens einer 3-jährigen Saanenziege	96
6.3.4. Sagittalschnitt durch das Abdomen einer 4-jährigen Saanenziege	97
6.4. Spezielle CT-Befunde bei den 30 Saanenziegen	98
6.4.1. Nephrozirrhose	98
6.4.2. Tubuläre Nephrokalzinose mit Aortenverkalkung	99
6.4.3. Fasziole	100
6.4.4. Bezoarsteine	101
6.5. Pathologisch-anatomische Befunde an Leber und Niere	102
6.6. Fallvorstellung	102

6.6.1. Adenokarzinom des Endometriums bei einer Zwergziege	102
7. DISKUSSION	106
7.1. CT-Befunde	106
7.1.1. Knochenfenster	106
7.1.2. Weichteilfenster	107
7.1.3. Ingesta-Fenster	113
7.2. Vergleich der CT-Befunde mit den anatomischen Schnittpräparaten	113
7.3. Pathologisch-anatomische Befunde	115
7.4. Schlussbemerkungen	116
8. LITERATURVERZEICHNIS	118
9. DANKSAGUNG	126

1. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde das Abdomen von 30 gesunden, weiblichen Saanenziegen mit einem Mehrschicht-Computertomographen (CT) der siebten Generation untersucht. Die Untersuchung erfolgte mit einer Exposition von 120 kV und 270 mA im Weichteilalgorithmus (B20s). Direkt im Anschluss an die CT-Untersuchung wurden je 15 Ziegen euthanasiert bzw. geschlachtet. Die euthanasierten Tiere wurden analog zur Position während der CT-Untersuchung in Sternallage bei -18 °C eingefroren, um anatomische Schnittpräparate von 1.0 bis 1.5 cm Dicke zu gewinnen. In einer vergleichenden Gegenüberstellung der CT-Bilder mit den anatomischen Schnittbildern auf der Höhe eines jeden Wirbelkörpers konnten die im CT-Bild sicher zu identifizierenden Strukturen beschriftet werden. Die Querschnittanatomie des Abdomens der Ziege wurde in Form eines Bildatlas im Detail dargestellt. Darüber hinaus wurden durch die Vermessung der abdominalen Strukturen (Leber, Gallenblase, Milz, Pankreas, Magen-Darmtrakt, Harnapparat, Nennieren, Gefäße und Lymphknoten) im nativen CT-Bild Normalwerte für die Ziege aufgestellt, die eine Hilfestellung für das Aufzeigen von abnormen Befunden geben sollen. Die Messmethoden wurden sowohl aus dem Bereich der Computertomographie (Dichte- und Volumenmessungen von Organen) als auch des konventionellen Röntgens bei Mensch und Kleintier übernommen und konnten gut auf die Ziege übertragen werden.

2. Summary

In this study, 30 clinically healthy female Saanen goats underwent computed tomography (CT) of the abdomen using a seventh generation, multi-layer, CT scanner. An exposure of 120 kV and 270 mA and a soft-tissue algorithm (B20s) were used. All the goats were euthanised (n=15) or slaughtered (n=15) immediately after the CT examination. After euthanasia, the goats were placed in sternal recumbency, in the same position used for the CT examination, and frozen at -18 °C for preparation of transverse slices (1.0 - 1.5 cm thick) of the abdomen. The CT images were compared to the anatomic specimens at the level of each vertebra to confirm the identification of structures seen in the CT images. The images and anatomic sections were compiled to produce a detailed atlas of the cross-sectional anatomy of the abdomen of the goat. It also included normal measurements obtained from CT images of the abdominal structures, including the liver, gallbladder, spleen, pancreas, gastrointestinal tract, urinary tract, adrenals, vessels and lymph nodes. These measurements provide a reference for the diagnosis of abnormal findings. The assessed variables were adopted from the field of CT in small animals and humans (density and volume of organs) and also from conventional small animal radiography. They could be easily applied to goats. Thus, these novel measurements obtained in goats could be compared to those reported for humans and animals.

3. Einleitung und Zielsetzung

Die Computertomographie (CT) stellt in der Humanmedizin inzwischen eine wertvolle Ergänzung zur Diagnostik abdominaler und dabei insbesondere tumoröser Erkrankungen dar. Auch in der Veterinärmedizin wird zunehmend erkannt, dass die Computertomographie Informationen liefert, die mit anderen diagnostischen Mitteln nicht existieren. Dabei gibt es erst wenige Veröffentlichungen zum Nutzen dieses bildgebenden Verfahrens im Bereich des Abdomens bei Kleintieren (TEIXEIRA et al., 2007). Erste Ergebnisse sind vielversprechend, da die CT einzigartige diagnostische Informationen liefert, die mit der konventionellen Röntgentechnik nicht zu erreichen sind (NOVELLINE et al., 1999). Die Ziege, die zur Gruppe der kleinen Wiederkäuer gehört und als Nutztier im Rahmen der Milch-, Fleisch- und Wollproduktion oder als Liebhabertier gehalten wird, stellt dabei aufgrund ihrer Körpergrösse eine Art Übergang zwischen den Klein- und Grosstieren dar. Ihre Körpergrösse erlaubt noch die Lagerung des gesamten Tieres innerhalb des Computertomographen, so dass der gesamte Ziegenkörper untersucht werden kann. Über die CT-Untersuchung des Abdomens der Ziege ist bisher keine verfügbare Veröffentlichung erschienen. Indikationen für eine computertomographische Untersuchung des Abdomens der Ziege sind in der klinischen Praxis jedoch immer wieder gegeben. Zudem existiert auch auf dem Gebiet der Kleinwiederkäuermedizin zunehmend das Bedürfnis nach weiterführender Diagnostik durch bildgebende Verfahren. Aufgrund der vermehrten Verfügbarkeit der Computertomographie in der Veterinärmedizin war es daher das Ziel dieser Arbeit, die normale Querschnittanatomie des Abdomens der Ziege zu beschreiben und damit die Grundlage für die computertomographische Beurteilung der abdominalen Organe von Ziegen zu schaffen.

4. Literaturübersicht

4.1. Anatomie des Abdomens der Ziege

Die Anatomie und Topographie der Bauchhöhlen- und Beckenorgane der Ziege wurden von verschiedenen Autoren beschrieben (BARONE, 2001; DYCE et al., 2002; NICKEL et al., 2004; KÖNIG et al., 2005; POPESKO, 2007).

4.1.1. Begrenzung der Bauch- und Beckenhöhle

Die Begrenzung der Bauchhöhle erfolgt dorsal durch die Lendenwirbelsäule mit der Psoasmuskulatur und seitlich beziehungsweise ventral vor allem durch die Bauchmuskeln. Kranial reicht die Bauchhöhle als intrathorakaler Teil bis zum Zwerchfell in den Brustkorb hinein und wird dort von den letzten Rippen und Brustwirbelkörpern sowie dem kaudalen Ende des Brustbeins begrenzt. Der kaudale Anteil der Bauchhöhle geht auf Höhe der Linea terminalis in den peritonealen Teil der Beckenhöhle über. Die Beckenhöhle wird dorsal vom Kreuzbein und den ersten 3 bis 4 Schwanzwirbeln, ventral durch die Scham- und Sitzbeine sowie seitlich die Darmbeinsäulen knöchern umgeben. Der Beckenausgang wird dorsal durch die ersten 3 bis 4 Schwanzwirbel und seitlich durch das Ligamentum sacrotuberale latum, ventral durch die Sitzbeine und kaudal durch das von Muskulatur und Faszien gebildete Diaphragma pelvis begrenzt (NICKEL et al., 2004). Die Ziege besitzt im Allgemeinen 13 (selten 12 oder 14) Brustwirbel. Ihre 6 (selten 7) Lendenwirbel weisen eine geringe Beweglichkeit auf und geben somit der Bauchwand die nötige Stabilität, um die Baueingeweide zu tragen. Zudem dienen sie der Übertragung des Vorschubs aus der Hinterhand. Die meist 5 (selten 4) Kreuzwirbel sind durch die Verknöcherung der Zwischenwirbelscheiben miteinander zum Kreuzbein verschmolzen. Ihre Dornfortsätze sind bei der Ziege jedoch nicht immer zur Crista sacralis mediana verwachsen, wie dies beim Rind der Fall ist (NICKEL et al., 2004).

4.1.2. Verdauungsapparat

Das dreiteilige, drüsenlose Vormagensystem um Haube, Pansen und Blättermagen bildet gemeinsam mit dem Labmagen den mehrhöhlig zusammengesetzten Magen der erwachsenen Hauswiederkäuer, der etwa drei Viertel der gesamten Bauchhöhle einnimmt. Bei der Ziege beträgt das gesamte Fassungsvermögen aller Magenabteilungen rassenabhängig zwischen 10 und 22 Litern. Hier macht anders als beim Rind nicht die Haube, sondern der Blättermagen den kleinsten Abschnitt aus (NICKEL et al., 2004), nämlich etwa 4 % (DYCE et al., 2002). Die Proportionen der restlichen Magenteile belaufen sich dabei auf 75 % für den Pansen, 8 % für die Haube und 13 % für den Labmagen (BARONE, 2001).

Oesophagus

Nach dem Durchtritt des Oesophagus durch das Zwerchfell hinterlässt seine kurze Pars abdominalis oesophagi auf dem Weg zur Kardioöffnung im stumpfen Rand der Leber die Impressio oesophagea und mündet danach an der Grenze zwischen Pansenvorhof und Haube in den Vormagen ein (NICKEL et al., 2004).

Haube

Die Haube fügt sich intrathorakal überwiegend links der Medianebene direkt dem Zwerchfell an, sie liegt im Bereich des 6. bis 9. Interkostalraums dem Brustbein auf und grenzt rechtsseitig an Psalter, Labmagen und Leber sowie kaudal an den Pansen, mit dem sie in offener Verbindung steht (NICKEL et al., 2004).

Pansen

Den weitaus grössten Anteil der Vormägen macht der Pansen aus, der teilweise intrathorakal gelegen die komplette linke Bauchhöhlenhälfte für sich beansprucht, wobei sich der ventrale Pansensack über die Medianebene hinaus bis auf die rechte Seite unter die Darmschlingen ausdehnen kann. Mit seiner Facies parietalis liegt

der Pansen links und ventral der Bauchwand an, während seine Eingeweideseite in engem Kontakt zu Blätter- und Labmagen sowie Darm und Leber steht. Nach kranial verbindet ihn die Hauben-Pansenfurche mit der Haube, dorsal liegt er Zwerchfell und Lende an. Sein kaudales Ende wird durch den tiefen Sulcus caudalis sowie zwei Kranzfurchen, von denen die obere beim kleinen Wiederkäuer nur angedeutet ist, in einen kleineren dorsalen und einen grösseren ventralen Blind-sack unterteilt. Durch die Sulci longitudinales sinistri et dextri erfolgt die weitere Aufteilung des Pansens in einen dorsalen und ventralen Pansensack sowie das Atrium ruminis. Dieses wird wiederum durch eine tiefe kraniale Querfurche vom dorsalen Pansensack abgegrenzt, während vom Saccus ventralis nur eine kleine Bucht gestellt wird (NICKEL et al., 2004). Der Pansen des kleinen Wiederkäuers ist proportional gesehen länger als derjenige des Rindes (BARONE, 2001).

Psalter

Der rundliche Blättermagen ist dem Pansen nachgeschaltet und beim kleinen Wiederkäuer verhältnismässig kleiner als beim Rind. Er liegt auf Höhe der 8. bis 10. Rippe intrathorakal zwischen Pansen und Leber, berührt ventral Haube und Labmagen und kaudal die Dünndarmschlingen. Seine Innenauskleidung bilden bei der Ziege zwischen 80 und 88 grosse, mittlere und kleine Blätter. Zusätzliche kleinste Blätter wie beim Rind kommen bei der Ziege nicht vor (NICKEL et al., 2004).

Labmagen

Nach der Passage der verschiedenen Vormagenabschnitte gelangt die Ingesta in den Labmagen. Dieser zieht von vorne links nach hinten rechts über die Medianebene und liegt der ventralen Bauchwand auf. Seine Pars cardiaca kommt dabei zwischen die Haube und den ventralen Pansensack zu liegen. Der Labmagenkörper steht mit dem Psalter in Kontakt und orientiert sich schliesslich nach dorsal, um im Pylorusbereich in das Duodenum zu münden (NICKEL et al., 2004).

Darm

Die Gesamtlänge des Darms der Ziege beträgt im Durchschnitt ca. 33 m und beschränkt sich auf einen Teil der rechten Bauchhöhlenhälfte, wo er sich überwiegend innerhalb des Recessus supraomentalis befindet. Im intrathorakalen Teil der Bauchhöhle entspringt das Duodenum mit seiner Pars cranialis dem Pylorus und steht unter der Formung seiner für den Wiederkäuer charakteristischen Ansa sigmoidea auf dem Weg zur Leberpforte kaudomedial der Leber mit der Gallenblase in Kontakt. Nach Bildung der Flexura duodeni cranialis orientiert sich das Duodenum schliesslich nach kaudal und wird zur Pars descendens. Noch vor dem Erreichen des Tuber coxae schlägt es in der Flexura duodeni caudalis nach kranio-medial um und geht als Pars ascendens hochdorsal unterhalb des Pankreas in der Flexura duodenojejunalis in das sehr lange Jejunum über. Dieses liegt im Recessus supraomentalis und wird dorsal durch die Leber und den Pankreas sowie lateral durch den Labmagen begrenzt. Es umfasst in zahlreichen Schlingen verlaufend die Ansa spiralis coli, die seiner Gekröseplatte angelagert ist. Den letzten Abschnitt des Dünndarms bildet das Ileum, das nach kranial verläuft und im Ostium ileale ventromedial zwischen Zäkum und Colon ascendens in den Dickdarm übergeht. Dieser nimmt bei der Ziege einen grösseren Anteil am Gesamtdarm ein als bei Rind und Schaf. Das kaudale Ende des walzenförmigen Zäkums überragt beckenwärts den Recessus supraomentalis und ist, wie dies auch für die Ansa proximalis coli zutrifft, bei der Ziege relativ grösser als bei den nichtselektiven Wiederkäuern. Das Colon ascendens schliesslich geht aus dem Zäkum hervor und verläuft ventral der Pars descendens duodeni unter Bildung der Ansa proximalis entlang der rechten Bauchwand. Nach medial geht es in die aus Gyri centripetales und centrifugales bestehende Grimmdarmspirale über. Die folgende Ansa distalis setzt sich, medial der Ansa proximalis gelegen, kranial der vorderen Gekrösewurzel in dem unterhalb des Pankreas gelegenen Colon transversum fort. Diesem schliesst sich linksseitig das Colon descendens an, welches nach Bildung des S-förmigen

Colon sigmoideum in das in der Beckenhöhle gelegene Rektum übergeht (NICKEL et al., 2004).

4.1.3. Leber

Die wenig gegliederte Leber des Wiederkäuers liegt mit ihrer konvexen Vorderfläche (Facies parietalis) dem Zwerchfell an. Sie ist durch das ausgeprägt entwickelte Vormagenssystem wie andere Organe auch auf die rechte Seite der Medianebene verdrängt, so dass ihr stumpfer Rand im Gegensatz zu den anderen Tieren parallel zur Medianebene verläuft. Dabei reicht sie in ihrer kraniokaudalen Ausdehnung vom 6. Interkostalraum aufsteigend bis zum 12. Interkostalraum bzw. zum Proximalende der 13. Rippe und kann diese gelegentlich auch nach kaudal überragen. Die konkave Hinterfläche (Facies visceralis) weist Eindrücke der benachbarten Organe auf, beim Wiederkäuer sind dies neben der Impressio renalis auch die Impressio reticularis und die Impressio omasica. Die Lobi hepatis sind beim Wiederkäuer anders als bei den übrigen Haussäugetieren und beim Menschen nicht deutlich voneinander abgegrenzt. Als einzige Inzisur findet sich die Incisura ligamenti teretis am scharfen Rand der Leber, die gemeinsam mit der Impressio oesophagea mittels einer gedachten Verbindungslinie den linken Leberlappen abgrenzt. Eine Abgrenzung des rechten Leberlappens erfolgt durch eine Linie zwischen der in der Fossa vesicae felleae gelegenen, schlank-birnenförmigen Gallenblase und der Impressio venae cavae. Der so definierte mittlere Leberanteil wird durch die Leberpforte in einen dorsalen Lobus caudatus mit den Processus papillaris und caudatus sowie einen ventralen Lobus quadratus gegliedert (NICKEL et al., 2004). Beim Pflanzenfresser beträgt das Gewicht der Leber ca. 1 bis 1.5 % des Körpergewichts (KÖNIG et al., 2005), jedoch treten dabei erhebliche Schwankungen bezüglich Alter und Ernährungszustand auf (NICKEL et al., 2004).

4.1.4. Pankreas

Das Pankreas der Wiederkäuer gliedert sich in einen kleineren Lobus pancreatis sinister, der zwischen dorsalem Pansensack und Zwerchfellpfeiler im Ursprungsteil des grossen Netzes liegt und die Milz erreicht, und einen grösseren Lobus pancreatis dexter, der sich im Mesoduodenum descendens befindet. Die beiden Lobi sind durch den schmalen Pankreaskörper verbunden, über dessen Dorsalseite die Pfortader verläuft. Mittelstück und rechter Lappen des Pankreas stehen mit der Leber und dem Psalter in Kontakt, nach kaudal liegt der Pankreas der rechten Niere an sowie dem Jejunum und Colon transversum auf. Drainiert werden beide Lappen bei der Ziege durch den Ductus pancreaticus, der wiederum in den Ductus coledochus mündet. (NICKEL et al., 2004).

4.1.5. Milz

Die Milz des Wiederkäuers liegt im linken intrathorakalen Teil der Bauchhöhle und ist teilweise mit Pansen und Zwerchfell verklebt, was sie unverschieblich macht. Die Facies parietalis liegt dem Zwerchfell und der seitlichen Bauchwand an, während die Eingeweidefläche nur in Kontakt zum Pansen steht. Die Milz der Ziege ist von gedrunen viereckiger oder trapezförmiger Gestalt und weist wie bei den übrigen Tieren eine Extremitas dorsalis und ventralis sowie einen Margo cranialis und caudalis auf. Sie liegt beim kleinen Wiederkäuer hochdorsal nahe bei der Wirbelsäule zwischen der 10. und 13. Rippe, wobei Grösse und Volumen in Abhängigkeit von Alter, Ernährungs- und Funktionszustand variieren (NICKEL et al., 2004).

4.1.6. Harn- und Geschlechtsapparat

Nieren

Die Nieren der kleinen Wiederkäuer sind im Gegensatz zu denen des Rindes glatt, einwarzig und gedrunen bohnenförmig mit rundlichem Querschnitt. Die rechte

Niere befindet sich retroperitoneal. Sie liegt in der Impressio renalis der Leber auf Höhe der 13. Rippe und reicht bis zum 2. Lendenwirbel. An ihrer ventromedialen Seite ist sie dem Pankreas und den dorsalen Darmanteilen benachbart. Eine Besonderheit beim Hauswiederkäuer ist die intraperitoneale Lage der linken Niere. Sie wird wie die Leber auch durch den dorsalen Pansensack nach rechts verdrängt und kommt so kaudoventral der rechten Niere auf Höhe des 4. und 5. Lendenwirbels zu liegen. Dabei steht sie in Kontakt zu Pansen, Duodenum und Kolon. Die stabilisierende Fettkapsel der Nieren ist in der Regel beidseits stark ausgebildet und das Nierenbecken bildet den Übergang zu den harnableitenden Wegen (NICKEL et al., 2004).

Ureteren

Die Harnleiter gliedern sich auf ihrem Weg von den Nieren zur Harnblase in einen abdominalen und einen Beckenteil. Beim Wiederkäuer verläuft der rechte Ureter entlang der hinteren Hohlvene dorsal der linken Niere zur Harnblase. Der linke Ureter zieht von seinem Ausgangspunkt rechts der Medianebene auf die linke Seite Richtung Harnblase und unterkreuzt dabei den rechten (NICKEL et al., 2004).

Harnblase

Die Einmündung der Harnleiter in die Harnblase befindet sich am Übergang vom Harnblasenkörper zu ihrem Hals. Die Form, Grösse und Lage der Harnblase variieren je nach Füllungszustand. Sie ist beim Wiederkäuer länglich-eiförmig, befindet sich unterhalb von Rektum und Uterus am Beckenboden und tritt bei starker Füllung über den Schambeinkamm hinaus bis an die ventrale Bauchwand (NICKEL et al., 2004).

Uterus und Ovarien

Die Uterushörner des kleinen Wiederkäuers sind relativ länger als die des Rindes

und ihre spiralige Aufrollung ist noch ausgeprägter. Die ca. 1.5 cm x 1.5 cm grossen Ovarien liegen wie beim Rind in der durch die Mesosalpinx gebildeten Bursa ovarica versteckt (NICKEL et al., 2004).

4.1.7. Gefässe

Die Aorta thoracica wird mit Eintritt in den Hiatus aorticus des Zwerchfells zur Aorta abdominalis. Sie liegt links der V. cava caudalis und ist in ihrem Anfangsteil auch dem dorsolateral gelegenen Ductus thoracicus benachbart. Segmental entlässt sie die Aa. lumbales zur Versorgung der dorsalen Bauchwand. Ihre Endaufteilung erfolgt noch kranial vom Promontorium des Kreuzbeins auf Höhe der letzten Lendenwirbel beidseits in die A. iliaca interna und externa sowie die unpaare A. sacralis mediana. Als Hauptabzweigungen gehen zur Versorgung der unpaaren Bauchhöhleingeweide auf Höhe des 1. Lendenwirbels die A. coeliaca, nachfolgend die A. mesenterica cranialis, und ventral des 5. Lendenwirbels die A. mesenterica caudalis ab. Zudem befinden sich beidseits auf Höhe des 3./4. Lendenwirbels die Abgänge der Aa. renales sowie etwa auf Höhe des 5. Lendenwirbels jene der Aa. ovaricae.

Die V. cava caudalis entsteht an ihrer Endaufteilung aus der paarigen V. iliaca communis sowie der unpaaren V. sacralis mediana. Sie verläuft ventral der Wirbelsäule sowie rechts der Aorta nach kranial und sammelt dabei das Blut aus den paarig angelegten Bauchhöhlenorganen. Sie zieht zwischen Leber und Zwerchfell nach ventral, nimmt die Vv. hepaticae auf und tritt dann durch das Foramen venae cavae des Zwerchfells in die Brusthöhle über. Die Venen der unpaaren Bauchhöhlenorgane haben keine unmittelbare Verbindung zur V. cava caudalis. Sie vereinigen sich zur V. portae, und erst nach dem Umweg durch die Leber wird ihr Blut über die Vv. hepaticae wieder der V. cava caudalis zugeführt (NICKEL et al., 1996).

4.1.8. Nebennieren

Die Nebennieren der kleinen Wiederkäuer liegen retroperitoneal und nahe der grossen Bauchgefässe. Sie sind oberflächlich glatt und von unregelmässiger oder, vor allem linksseitig, bohnenförmiger Gestalt. Grösse und Gewicht der Nebennieren bei der Ziege weisen individuelle Unterschiede auf, meist ist jedoch die linke Nebenniere mit durchschnittlich 0.9 g etwas schwerer als die rechte mit 0.8 g. Die linke Nebenniere der kleinen Wiederkäuer ist mit der V. cava caudalis bindegewebig verbunden und immer an der Abzweigung der linken V. renalis lokalisiert. Die rechte Nebenniere liegt ähnlich wie beim Rind auf Höhe der letzten Rippe kranio-medial der rechten Niere und kaudal der Leber. Lateral grenzt sie an die Aorta und dorsal an die V. cava caudalis (NICKEL et al., 2004).

4.1.9. Lymphatisches System

Das lymphatische System der Bauchhöhle bei der Ziege umfasst 5 Lymphzentren sowie die dorsal der Aorta am Übergang zwischen Brust- und Lendenwirbelsäule gelegene Cisterna chyli und den kranial daran anschliessenden Ductus thoracicus. Im Bereich der Aortenaufteilung liegt das Lymphocentrum iliosacrale (NICKEL et al., 1996). Seine Lymphonodi, besonders die länglichen Lnn. iliaci mediales sind durch ihre Grösse von 1 bis 2 cm (BARONE, 2001) sowie ihre Lokalisation in der Querschnittanatomie gut identifizierbar. Weitere Lymphknoten von Bauch- und Beckenhöhle sind dem Lymphocentrum lumbale, dem Lymphocentrum coeliacum sowie den Lymphocentri mesenterici craniale und caudale zugehörig und in ihrem Vorkommen teilweise inkonstant (NICKEL et al., 1996).

4.2. Vergleichende Computertomographie und Querschnittanatomie

Die genaue Interpretation von CT-Bildern des Abdomens erfordert ein fundiertes Wissen über die regionale Querschnittanatomie (STICKLE und HATHCOCK, 1993; DE RYCKE et al., 2005). Für den Hund, die Katze und sogar das Ka-

ninchen sind die normalen computertomographischen Befunde des Abdomens bereits in diversen Publikationen beschrieben und jeweils mit einer Reihe von anatomischen Schnitten desselben Tiers verglichen worden (FIKE et al., 1980; SMALLWOOD und GEORGE, 1992; SMALLWOOD und GEORGE, 1993; SAMII et al., 1998; TEIXEIRA et al., 2007; ZOTTI et al., 2009). Dabei wurden die Tiere direkt im Anschluss an die computertomographische Untersuchung des Abdomens noch in Narkose euthanasiert und anschliessend analog zur Position während der CT-Untersuchung eingefroren. Die aus den gefrorenen Tierkörpern hergestellten anatomischen Schnitte wurden fotografiert und dem korrespondierenden CT-Bild gegenübergestellt (FIKE et al., 1980; SMALLWOOD und GEORGE, 1992), oder es wurden sogar dauerhafte Plastinate als Hilfsmittel angefertigt (ZÖGgeler et al., 2002). Die Darstellung der Ergebnisse dieser Studien erfolgte im Allgemeinen in Form eines anatomischen Atlas für die CT-Bildinterpretation, für den Hund auch in Form zweier Bücher (FEENEY et al., 1991; ASSHEUER und SAGER, 1997). In einer kürzlich erschienenen Publikation wurde über die zusätzliche intravasale Injektion verschiedenfarbiger Latexlösungen in die Gefässe des kranialen Abdomens beim Hund direkt im Anschluss an die CT-Studie berichtet, um diese in den nachfolgend angefertigten anatomischen Schnitten besser darstellen zu können (RIVERO et al., 2009). Über die Untersuchung des Abdomens der Ziege mittels Computertomographie und Magnetresonanztomographie liegt lediglich ein Kongressbericht aus Ägypten vor (ABUZAID et al., 1999). Die Präsentation dieser Ergebnisse erfolgte jedoch ausschliesslich im Rahmen eines Vortrags auf dem AAVA-Sommer-Meeting im Jahre 1999; eine schriftliche Version der Arbeit ist nicht erhältlich.

4.3. Computertomographie

Das Prinzip der Computertomographie, die mathematische Bildkonstruktion, die Hounsfieldskala, die Fenstertechnik und die Entwicklung von Computertomographen wurden kürzlich in der ebenfalls aus unserer Klinik erschienenen Dis-

sertation von Mareike Becker-Birck (2009) auf dem neuesten Stand dargestellt und sollen hier deshalb nicht erneut beschrieben werden.

4.4. Anwendungen der Computertomographie im Bereich des Abdomens beim Menschen

In der Humanmedizin erfolgt die Anwendung der Computertomographie mittlerweile routinemässig im Bereich der Notfallradiologie. Sie hat sich hier als exzellente Technik zur Diagnose abdominaler Traumata erwiesen und dazu beigetragen, deren Morbidität bzw. Mortalität zu senken. Als Beispiele wurden die Identifikation eines Hämoperitoneums sowie Verletzungen an Nieren, Milz, Leber, Gallenblase, Därmen, Mesenterium und Zwerchfell aufgeführt (NOVELLINE et al., 1999). Durch die Anwendung der Spiral-CT können grosse, zusammenhängende Organvolumina wie der Gastrointestinaltrakt oder auch Leber, Pankreas, Nierengefässe und Aorta abdominalis innerhalb kürzester Zeit komplett erfasst und untersucht werden (SCHOEPF et al., 1999). Die Computertomographie kommt unter anderem im Bereich der Harnwege zur Diagnosestellung bei Nierenerkrankungen oder zur Erkennung intra- und extrarenaler Massen zur Anwendung. Auch ist dabei eine genaue Ermittlung von Grösse, Position und Dichte der Organe möglich, beispielsweise, um eine Bestrahlung oder Biopsie durchführen oder um nach einer Transplantation deren Erfolg abschätzen zu können (SAGEL et al., 2002). Zur Erkennung von obstruktiver Urolithiasis bei akutem Abdomen wird die CT ebenfalls als sehr zuverlässig beschrieben (THOENY und HOPPE, 2003) und zur Beurteilung von Raumforderungen in der Leber wird sie inzwischen als Goldstandard angesehen (FEUERBACH, 1997). Die CT ist weltweit das Mittel der Wahl in der Routine-Leberdiagnostik und wird bei diffusen Lebererkrankungen wie Steatose oder Fibrose und bei fokalen Läsionen wie beispielsweise Tumoren verwendet. Hier kann mit Kontrastmittelstudien und Volumenberechnung das Ausmass der Läsion genau bestimmt und somit eine chirurgische Intervention genau geplant werden (MORTELE et al., 2002). Als weitere Indikationen zur computertomo-

graphischen Untersuchung werden neben der Erkennung von Dünndarmobstruktionen, Dickdarmpolypen, Magenkarzinomen und Gefäßproblemen (EL SHERIF et al., 1999) die Identifikation und perkutane Drainage intraabdominaler Abszesse (GERZOF et al., 1978) oder Flüssigkeitsansammlungen (RUBINSTEIN et al., 1983) sowie die Durchführung von Biopsien und Feinnadelaspirationen unter CT-Kontrolle genannt (EL SHERIF et al., 1999).

4.5. Anwendungen der Computertomographie im Bereich des Abdomens beim Tier

Mittlerweile finden die aktuellsten technischen Errungenschaften der Humanmedizin immer rascher auch in der veterinärmedizinischen Diagnostik ihre klinische Anwendung. So wird die CT wegen ihres grossen Nutzens und der zunehmenden Verfügbarkeit in den letzten Jahren immer häufiger beim Kleintier eingesetzt (HATHCOCK und STICKLE, 1993) und lässt dort unter anderem in schwer zugänglichen Bereichen des Abdomens und des Beckens eine verbesserte Diagnostik sowie das Staging von Neoplasien diverser Organe wie Milz, Nieren oder Nebennieren auch in frühen Krankheitsstadien zu (WISNER und POLLARD, 2004). Sie erweist sich als hilfreiche Technik bei Bestrahlungen oder geplanten chirurgischen Interventionen und wird auch zum Monitoring des Therapieerfolgs herangezogen (OHLERTH und KASER-HOTZ, 2001; WISNER und POLLARD, 2004; LEBLANC und DANIEL, 2007). Beim Hund wurde über den Nutzen der CT zur Evaluation fokaler Massen in der Milz mit signifikantem Dichteunterschied zwischen malignen und benignen Zubildungen berichtet (FIFE et al., 2004). Die Anwendung der Computertomographie beschränkt sich allerdings nicht auf die Tumordiagnostik. Sie erweist sich auch in vielen anderen Bereichen wie der Einschätzung von portosystemischen Shunts (FRANK et al., 2003; ZWINGENBERGER et al., 2005; BERTOLINI et al., 2006; STIEGER et al., 2007) sowie Echinokokkose-bedingten Leberläsionen beim Hund (SCHARF et al., 2004), bei Erkrankungen der Nebennieren (VOORHOUT, 1990) oder auch zur Erkennung ektopi-

scher Ureteren (SAMII et al., 1998) als bedeutsam. Die Verwendung der CT erfolgt inzwischen bei den verschiedensten Tierarten. Ihre Einsatzmöglichkeiten reichen über die Evaluation von Kolikursachen beim Lama (VAN HOOGMOED et al., 1998) bis hin zur Diagnose eines Hepatoms beim Japanischen Koikarpfen oder der Darstellung einer Münze im Darmtrakt bei einem Faultier (GARLAND et al., 2002). Die Anwendung der CT wird sogar neben anderen Methoden als Möglichkeit zur objektiven Fleischqualitätsbeurteilung bei Rindern (KARNUALI et al., 2001) oder zur Zuchtwertschätzung beim Fleischschaf beschrieben (JUNKUSZEW und RINGDORFER, 2005).

4.6. Vermessung der anatomischen Strukturen innerhalb des Abdomens

Bisher liegen keine röntgenologischen und computertomographischen Untersuchungen vor, die sich mit der Vermessung von abdominalen Strukturen bei der Ziege befassen. Beim Menschen und beim Kleintier werden neben der radiologischen Beurteilung von Anzahl, Lage, Form, Kontur und Homogenität bei Organen auch routinemässig Ausdehnungen vermessen, um pathologische Veränderungen zu objektivieren (VOGEL, 1986; GROELL et al., 1997, FISHMAN und JEFFREY, 2004). Die Computertomographie erlaubt darüber hinaus die Bestimmung von Organdichten und -volumina und liefert dadurch zusätzlich wertvolle Informationen (GERAGHTY et al., 2004). Bisher wurden in computertomographischen Untersuchungen nicht nur die Organvolumina von Leber, Milz und Nieren des Menschen, sondern auch von Hunden, Schafen und Schweinen bestimmt (MOSS et al., 1981; KAYAALP et al., 2002; FRANK et al., 2003; CHUL KIM, 2004). Die erhaltenen Werte wurden mit denen einer im Anschluss an die CT durchgeführten exakten Volumenbestimmung der Organe durch die Wasserverdrängungsmethode verglichen; dabei stimmten die in der CT-Studie erhaltenen Werte mit einer maximalen Abweichung von $\pm 5\%$ mit der Wassermethode überein und die Ergebnisse waren reproduzierbar (MOSS et al., 1981). In einer anderen Studie, in der die Volumina von menschlichen Milzen, die kurz darauf opera-

tiv entfernt wurden, sowie diejenigen von Hundenieren auf ähnliche Weise bestimmt und verglichen wurden, konnten noch bessere Ergebnisse erzielt werden (BREIMAN et al., 1982). In einer Studie an 65 Hunden (VAN BREE et al., 1989) wurde das Lebervolumen anhand der auf einem konventionellen Röntgenbild gemessenen radiographischen Leberlänge abgeschätzt und mit dem realen Lebervolumen verglichen. Als radiographische Leberlänge wurde dabei die Distanz von der kranialen Zwerchfellkuppel bis zur kaudalen Lebergrenze definiert. Der Vergleich von geschätztem und realem Lebervolumen korrelierte bei allen 65 Hunden signifikant. Bei der Beurteilung von CT-Studien geläufig ist weiter die Bestimmung der Dichte von Organen. In einer Studie am Menschen (MATEGRANO et al., 1977) wurden die Abschwächungskoeffizienten diverser Organe im Abdomen ermittelt. Dabei wurde so vorgegangen, dass die ROI (Region of Interest) individuell an die zu vermessenden Strukturen angepasst und jeweils der grösstmögliche Radius gewählt wurde, um die Dichte zu messen. Auch bei der Ratte wurde (nach einem Aufenthalt in der Schwerelosigkeit) die Dichte von Leber und Nieren bestimmt, um die Auswirkungen der Raumfahrt auf den Menschen zu testen (NATHAN et al., 2000). Diverse Veröffentlichungen beschäftigten sich inzwischen auch mit der Vermessung der Nebennierengrösse beim Hund (MONTAGNE et al., 1978; VOORHOUT, 1990; VINCENT et al., 1995). Ebenfalls beschrieben wurden beim Kleintier die Messung der normalen ventrodorsalen Pankreaskörperdicke, der Gallenblasengrösse, der Ureterendurchmesser, der Darmdurchmesser, der Magengrösse und weiterer Strukturen. Im Gastrointestinaltrakt ist die Bestimmung der Wanddicke der verschiedenen Organe oft nur bei Anwendung von Kontrastmitteln möglich (THRALL, 2007). Die Normalwerte für den Menschen wurden beschrieben (VOGEL, 1986; FISHMAN und JEFFREY, 2004). In einer Studie beim Menschen wurde die Übereinstimmung von computertomographisch und sonographisch ermittelten Messwerten überprüft. Dabei wurden unter anderem der kraniokaudale Durchmesser der Leber, die Länge und Breite beider Nieren sowie die Milzdicke bestimmt (GROELL et al., 1997). An-

dere Untersucher bestimmten, ebenfalls beim Menschen, Höhe und Durchmesser der Aorta abdominalis und verglichen die Werte mit den post-mortem-Befunden. Dabei wurde eine lineare Beziehung der beiden Parameter festgestellt (PALMA et al., 1999). Im konventionellen Kleintirröntgen geläufig ist die Bestimmung der Nierenlänge im Verhältnis zur Länge des zweiten Lendenwirbelkörpers, um diese unabhängig von der Grösse des Tieres beurteilen zu können (THRALL, 2007). Beim Hund wird die Messung der Harnblasenlänge beschrieben, um, darauf basierend, das Harnblasenvolumen abschätzen zu können (ATALAN, 1999). Zur Beurteilung der Beckendimensionen bei Hund und Schaf im Zusammenhang mit obstruktiver Dystokie wurde in einigen Studien die Durchführung einer radiographischen Pelvimetrie beschrieben (CLOETE und HAUGHEY, 1990; ENEROTH et al., 2008).

4.7. Vergleiche der Computertomographie mit der konventionellen Radiographie und Sonographie

Im Bereich des Abdomens werden beim Kleintier aus Kostengründen noch immer die röntgenologische und sonographische Abklärung der computertomographischen Untersuchung vorgezogen. Doch die CT ist der konventionellen Röntgentechnik bei vielen Fragestellungen weit überlegen, da dabei Überlagerungseffekte minimiert und komplexe dreidimensionale Strukturen dargestellt werden können. Zudem weisen CT-Bilder eine exzellente Auflösung und eine gute Detailerkennbarkeit auf (HATHCOCK und STIKLE, 1993). Die CT übertrifft mittlerweile die Urographie bei der Erkennung von obstruktiver Urolithiasis (NOVELLINE et al., 1999) und wird in der Humanmedizin mit einer Sensitivität von 99 % sowie einer Spezifität von 97 % als Mittel der Wahl zur Erkennung von Harnleitersteinen angesehen (HAMM et al., 2001). Ebenso bietet die CT neben vielen anderen Anwendungen eine umfassendere Übersicht über Lokalisation und Ausmass neoplastischer Veränderungen als die Sonographie (YAMAZOE et al., 1994). Bei Kontrastmittelanwendung können beispielsweise in der Leber auch sehr kleine Knöt-

chen entdeckt werden, die im Rahmen einer sonographischen Untersuchung nicht darstellbar sind (WISNER und POLLARD, 2004). Beim Hund eignet sich die CT zur Ergänzung von Röntgen-Übersichtsaufnahmen des Abdomens zur Darstellung von Nebennierentumoren (VOORHOUT et al., 1990). In einer Untersuchung zur Darstellung von Milztumoren des Hundes wurde die kombinierte Anwendung von Sonographie und Kontrastmittel-CT empfohlen (FIFE et al., 2004), in Bezug auf die Entdeckung portosystemischer Shunts wurde die CT-Angiographie sogar zuverlässiger als die Sonographie oder die chirurgische Diagnostik angesehen (FRANK et al., 2003). Weitere Vorteile der Computertomographie gegenüber der konventionellen Radiographie oder Sonographie sind die Möglichkeit zur Dichtemessung und der grosse diagnostische Wert als exaktestes nichtinvasives Verfahren zur Bestimmung der Volumina von Organen oder Massen (GERAGHTY et al., 2004).

5. Material und Methodik

5.1. Untersuchte Tiere

Die Untersuchungen wurden zwischen dem 1. August 2007 und dem 30. April 2008 an 30 weiblichen Saanenziegen durchgeführt. Die Ziegen waren 2.0 bis 6.5 Jahre alt (4.9 ± 1.10 Jahre) und stammten aus zwei verschiedenen Betrieben, welche die Tiere zur Schlachtung verkauft hatten. Die Ziegen waren klinisch gesund und wiesen ein Körpergewicht zwischen 42 und 86 kg (61.8 ± 9.95 kg) auf.

5.2. Gesamtprojekt

Die Untersuchungen waren Teil eines Projekts, welches von mehreren Doktoranden und Post-Doktoranden durchgeführt wurde und die sonographische Untersuchung von Thorax und Abdomen sowie die computertomographische Untersuchung von Kopf, Hals, Thorax und Abdomen umfasste (Dissertationen von Désirée Jacquat, Kathrin Steininger, Mareike Becker-Birck, Mona Irmer, Mariano Makara; Postdoc-Projekte von Dr. Andreas Tschuor und Dr. Colin Schwarzwald). In einem weiteren Projekt, das im Rahmen der Narkose für die CT-Untersuchung durchgeführt wurde, wurden 2 verschiedene Ketaminpräparate untersucht. Die Untersuchungen wurden von insgesamt 8 Tierärztinnen und Tierärzten durchgeführt, die darüber 6 Dissertationen und mehrere Publikationen verfassen werden oder bereits verfasst haben.

5.3. Voruntersuchungen

Jede Ziege wurde nach der Einlieferung ins Tierspital klinisch untersucht, um sicherzustellen, dass sie klinisch gesund war. Dazu gehörten die klinische Untersuchung sowie die Entnahme und Untersuchung von Blut, Harn, Pansensaft und Kot. Die genannten Untersuchungen wurden von den Doktorandinnen Mareike Becker-Birck, Mona Irmer, Désirée Jacquat und Katharina Steininger gemeinsam durch-

geführt und in der Dissertation von Mareike Becker-Birck (2009) beschrieben. Sie werden deshalb in der vorliegenden Arbeit nicht erneut dargestellt.

5.4. Anästhesie für die computertomographische Untersuchung

Die Anästhesie der Ziegen erfolgte wie in der Dissertation von Mareike Becker-Birck (2009) beschrieben.

5.5. Computertomographische Untersuchung

Alle Ziegen wurden mit einem Computertomographen der siebten Generation (Somatom Sensation Open, Siemens, Erlangen, Deutschland) untersucht. Dabei handelt es sich um ein Gerät, das mit 20 Detektorreihen ausgestattet ist (Mehrschicht-CT). Mit diesem Computertomographen ist durch die alternierende Stellung des Strahlenfokus eine simultane Aufzeichnung (Akquisition) von maximal 40 Körperschichten pro Rotation möglich.

5.5.1. Untersuchungsablauf

Die Ziegen wurden auf dem CT-Tisch in einer Schaumstoffwanne sternal gelagert. Um eine möglichst gerade Ausrichtung zu erreichen, wurden der Kopf und der Hals des Tieres zusätzlich mit Schaumstoffkissen fixiert. Die eigentliche CT-Untersuchung wurde mit einer Übersichtsaufnahme (Topogramm) der zu untersuchenden Regionen begonnen (Abb. 1).

Für dieses Summationsbild wurde die gesamte Ziege mit fest positionierter Röntgenröhre und ebenso fixierten Detektorreihen einmal zügig gescannt. Zunächst wurde im Schichtvorgang der Thorax untersucht, um das Risiko einer lagerungsbedingten Minderbelüftung (Atelektase) in den ventralen Anteilen der Lungenlappen zu minimieren. Darauf folgten die Abschnitte Abdomen, Hals und Kopf.

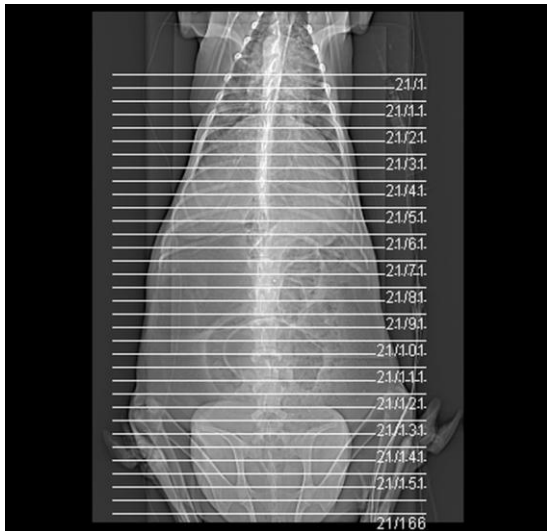


Abb. 1: CT-Übersichtsaufnahme (Topogramm) des Abdomens einer 4-jährigen Saanenziege

5.5.2. CT-Einstellungen

Die Abdomenstudie erfolgte mit einer Exposition von 120 kV und 270 mA in Transversalschnitten von kranial nach kaudal bei einer Schichtdicke von 1.5 mm. Anschliessend wurden die Bilder im Weichteilalgorithmus (B20s) mit einer Schichtdicke von 1.5 mm zurückgerechnet (rekonstruiert). Der Bildausschnitt, dargestellt in einem Quadratfeld von 512 x 512 Pixeln, lag zwischen 30 cm x 30 cm und 40 cm x 40 cm.

5.5.3. Bildbearbeitung und Auswertung

Im Anschluss an die CT-Untersuchung wurden die Bilddaten jeder Ziege auf eine DVD-Rom gebrannt und auf eine externe Festplatte (Lacie 500 GB, Letec AG, Zürich) überspielt. Die Erhebung der CT-Befunde und die Messungen wurden mit dem Programm OsiriX Open Source™ 3.2.1 Syngo CT 2007S (OsiriX Foundation, Genf) auf einem Computer an einem anderen Arbeitsplatz durchgeführt. Die Weichteilstrukturen wurden in einem definierten Weichteilfenster (Breite [W] 400 Hounsfieldeinheiten [HE], Lage [L] 40 HE, Abb. 2 A) und die knöchernen

Strukturen in einem definierten Knochenfenster (W 3000 HE/L 300 HE, Abb. 2 B) betrachtet und ausgewertet.

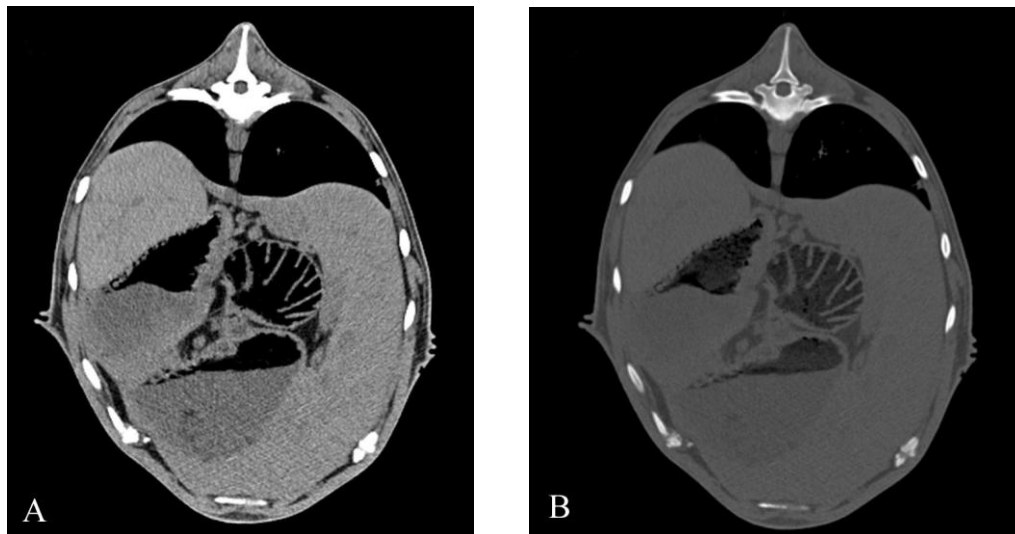


Abb. 2: Beurteilung von Weichteilen (A) und knöchernen Strukturen (B) im entsprechenden Weichteil- und Knochenfenster bei einer 4-jährigen Saanenziege

5.5.4 Knochenfenster (subjektive Beurteilung)

Im Knochenfenster konnten die Brust- und Lendenwirbelsäule, die kaudalen Rippen, ein Teil des Sternums, das Kreuzbein und das knöcherne Becken sowie beidseits Anteile von Femur und Tibia beurteilt werden.

5.5.5. Weichteilfenster (subjektive Beurteilung)

Im Weichteilfenster wurden Leber, Gallenblase, Milz, Pankreas, Magendarmtrakt, Harnapparat, Nebennieren sowie die abdominalen Gefäße und Lymphknoten hinsichtlich ihrer Lage, Form, Vollständigkeit, Begrenzung, Homogenität und Ausdehnung beurteilt.

5.5.6. Ingestafenster (subjektive Beurteilung)

Die subjektive Beurteilung der Pansenschichtung sowie der Ingesta des restlichen Gastrointestinaltrakts der Ziegen erfolgte in einem eigens dafür definierten sogenannten Ingestafenster.

5.5.7. Messungen im Abdomen

Bei jeder Ziege wurden klinisch relevante Organe und Strukturen des Abdomens (Leber, Gallenblase, Milz, Pankreas, Magen-Darmtrakt, Harnapparat, Nebennieren, Gefäße, Lymphknoten und knöcherne Strukturen) im Anschluss an die subjektive Beurteilung im jeweiligen Fenster der besten Darstellbarkeit vermessen.

5.5.8. Multiplanare Rekonstruktion

Damit eine Vermessung der einzelnen Strukturen möglich war, musste vorher eine multiplanare Rekonstruktion durchgeführt werden. Diese erlaubte es, die Strukturen zusätzlich zur bereits vorhandenen transversalen Ebene (Abb. 3 A) auch in einer sagittalen (Abb. 3 B) und einer dorsalen Ebene (Abb. 3 C) darzustellen. Als sagittale Ebene wird in der Anatomie eine sich vom Kopf zum Becken und vom Rücken zum Bauch erstreckende Ebene bezeichnet, so dass eine seitliche Ansicht des Körpers entsteht. Die Sagittalebene durch die Körpermitte stellt die Medianebene dar. Wenn im Folgenden von der Transversalebene die Rede ist, und diese nicht weiter präzisiert wird, dann handelt es sich immer um die transversale Ansicht. Entsprechendes gilt für die rekonstruierte Sagittal- und Dorsalebene.

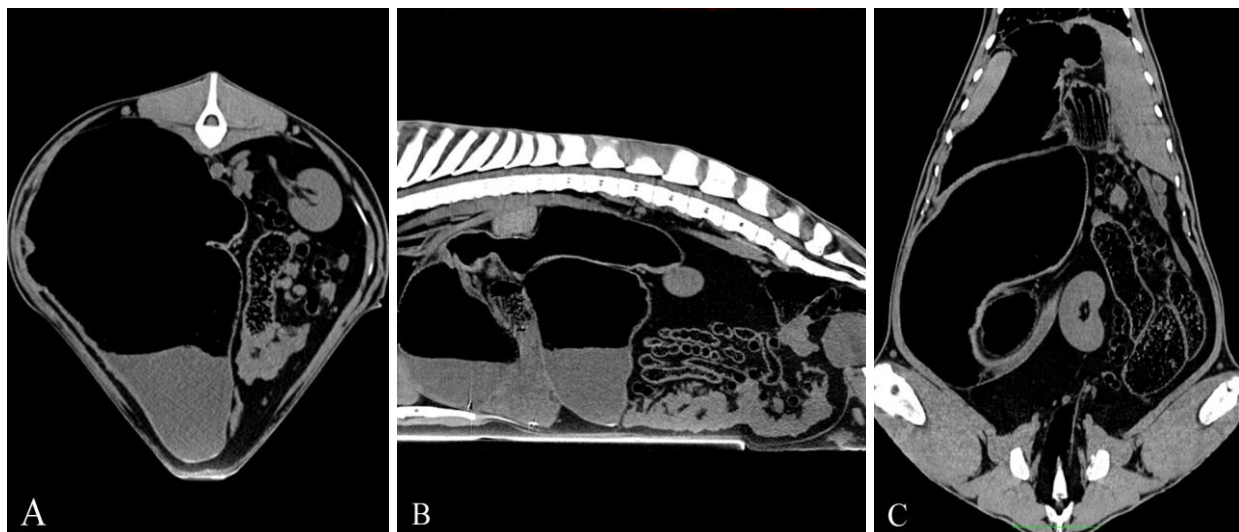


Abb. 3: Darstellung des Abdomens einer 3-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster in der transversalen (A), sagittalen (B) und dorsalen (C) Ebene

Die Messungen erfolgten je nach Struktur (Knochen, Weichteile, Ingesta) im entsprechenden Fenster (Knochen-, Weichteil und Ingestafenster). Die zu messenden Parameter werden in den folgenden Abschnitten einzeln beschrieben. Die Messergebnisse wurden in einer Excel-Tabelle festgehalten.

5.5.9. Messungen im Knochenfenster

Im Knochenfenster erfolgte die Vermessung des knöchernen Beckens durch die Bestimmung des vertikalen Durchmessers (Diameter verticalis), der auf einer Verbindungslinie zwischen der Ventralfläche des Kreuzbeins und dem kranialen Ende der Beckensymphyse gemessen wurde (Abb. 4 A), und des Querdurchmessers des Beckens an seiner breitesten Stelle zwischen den beiden Darmbeinen (Diameter transversa, Abb. 4 B). Zudem wurde die Höhe (dorsoventrale Ausdehnung) des 1. Lendenwirbelkörpers auf der Ebene seiner Querfortsätze bestimmt (Abb. 4 C). In der Sagittalebene wurden die Längen des ersten und des zweiten Lendenwirbelkörpers auf einer Linie zwischen den Zentren von kranialer und kaudaler Endplatte des einzelnen Wirbelkörpers vermessen (Abb. 4 D). Es wurde ausserdem der Versuch einer Dichtemessung des zweiten Lendenwirbelkörpers im kaudalen Drittel mittig zwischen Wirbelkanal und Cortex auf einer Fläche von 0.5 cm² in Hounsfieldeinheiten vorgenommen (Abb. 4 E).

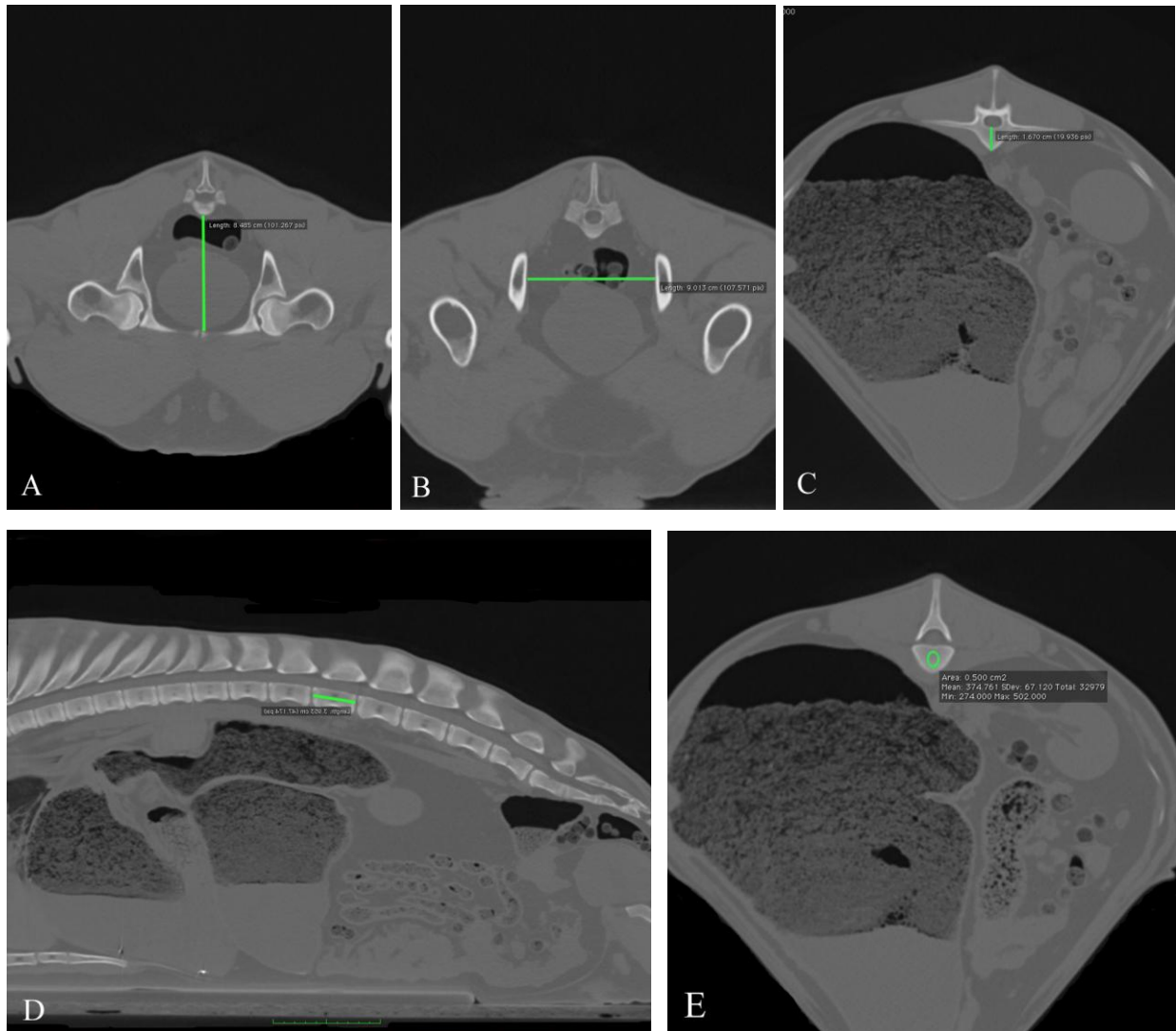


Abb. 4: Messung des Vertikal- (A) und Querdurchmessers (B) des knöchernen Beckens, der Höhe des ersten Lendenwirbelkörpers (C) sowie der Länge (D) und der Dichte (E) des zweiten Lendenwirbelkörpers. Die grünen Linien bzw. der grüne Kreis markieren die gemessenen Strecken (A, B, C, D) bzw. die für die Dichtemessung verwendete Fläche (E).

5.5.10. Messungen im Weichteilfenster

Im Weichteilfenster wurden die folgenden Parameter gemessen:

Oesophagusdurchmesser

Der grösste Durchmesser des Oesophagus wurde in der Ebene der besten Darstellbarkeit kurz vor seinem Eintritt ins Diaphragma und orthogonal zur Längsachse bestimmt (Abb. 5 A).

Haubenwanddicke

Die Bestimmung der Haubenwanddicke erfolgte an der medialen Seite der Haube (Abb. 5 B).

Pansengrösse und -wanddicke

Am Pansen wurde in der (para-)sagittalen Ebene die maximale kraniokaudale Ausdehnung (Länge) bestimmt. Dabei wurde (mittels Parallelverschiebung der sagittalen Ebene) die Distanz zwischen den Transversalebene durch den vordersten und hintersten Scheitelpunkt des Pansens gemessen (Abb. 5 C). In der Transversalebene wurden die maximale Pansenhöhe (Abb. 5 D) sowie die maximale Pansenbreite (Abb. 5 E) ermittelt. Die Pansenwanddicke wurde auf Höhe der linken Niere im dorsalen und ventralen Blindsack bestimmt (Abb. 5 F).

Psalterlänge und -wanddicke

Die Ausdehnung des Psalters wurde in der Ebene der besten Darstellbarkeit ermittelt (Abb. 5 G). Die Vermessung seiner Wanddicke erfolgte an seiner äusseren Krümmung unter Ausschluss der Psalterblätter (Abb. 5 H).

Labmagenwanddicke

Die Wanddicke des Labmagens wurde auf Psalterhöhe bestimmt (Abb. 5 I).

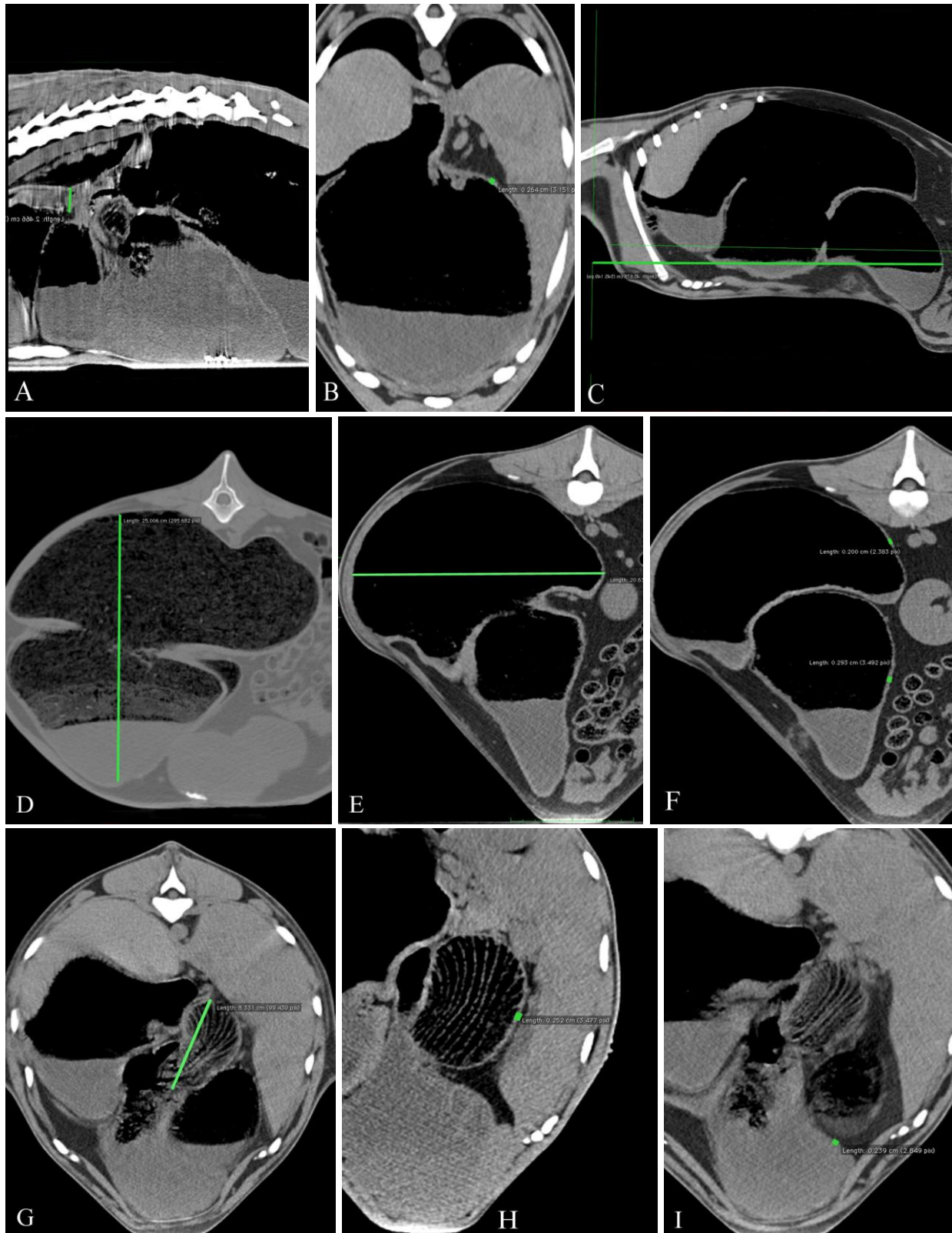


Abb. 5: Messung des Oesophagusdurchmessers (A), der Haubenwanddicke (B), der Pansenlänge (C), -höhe (D) -breite (E) und -wanddicke (F), der Psalterausdehnung (G) sowie der Wanddicke von Psalter (H) und Labmagen (I). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken, das Fadenkreuz (C) die Hilfslinien.

Dünn- und Dickdarmdurchmesser und -wanddicken

In der Transversalebene wurden an drei verschiedenen Stellen die Durchmesser der Darmanschnitte von Jejunum (Abb. 6 A) und Spiralkolon (Abb. 6 B) sowie an einer Stelle der grösste Durchmesser des Zäkums gemessen (Abb. 6 C). Zudem wurden die Wanddicken von Spiralkolon und Zäkum an der jeweiligen Stelle bestimmt (Abb. 6 D, E) und ein Mittelwert daraus errechnet. Ausserdem wurde die Wanddicke des Duodenums an seiner Pars cranialis auf Höhe der Gallenblase bestimmt (Abb. 6 F).

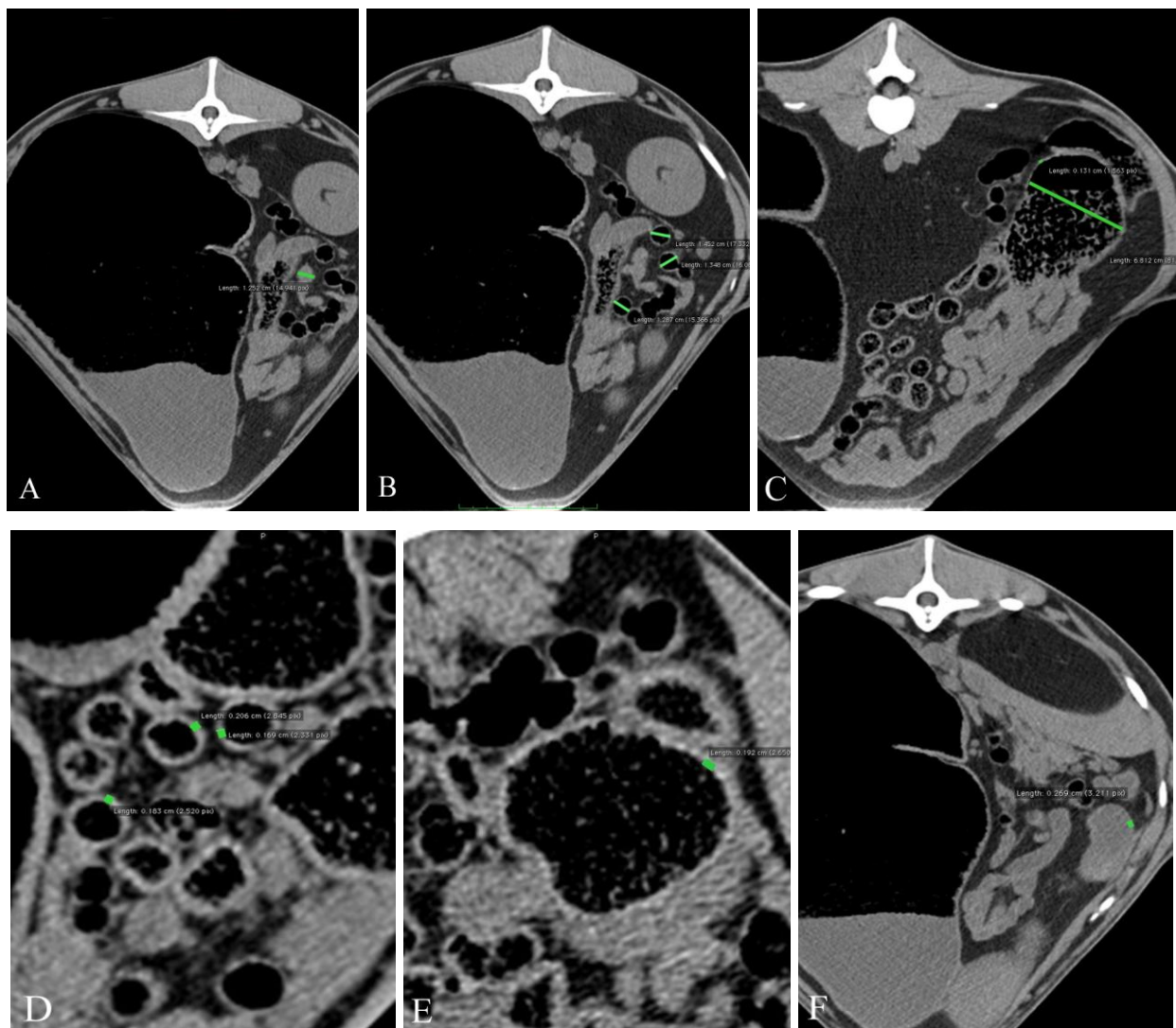


Abb. 6: Messung des Durchmessers von Dünndarm (A) und Kolonscheibe (B), des grössten Caecumdurchmessers (C) sowie der Wanddicke von Kolon (D), Zäkum (E) und der Pars cranialis duodeni (F). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken.

Leberausdehnung

Die kraniokaudale Ausdehnung der Leber wurde in der sagittalen Ebene bestimmt. Zuerst wurde diejenige Sagittalebene aufgesucht, in welcher die Leber am weitesten kranial dargestellt werden konnte. Danach wurde ihre kaudale Grenze aufgesucht. Dazu musste die sagittale Ebene parallel verschoben werden. Die Distanz zwischen den Ebenen durch die beiden ermittelten Punkte wurde als kraniokaudale Leberausdehnung bezeichnet (Abb. 7 A).

Lebervolumen

Das Lebervolumen wurde in der transversalen Ebene in cm^3 bestimmt. Zuerst wurde die Leberfläche auf jedem dritten bis vierten Transversalschnitt (abhängig von der Regelmässigkeit der Konturen) markiert und elektronisch bestimmt (Abb. 7 B). Anschliessend wurde das Volumen durch den Computer berechnet ($V = \text{Fläche} \times \text{Schichtdicke}$; OsiriX Open Source™ 3.2.1 Syngo CT 2007S, Abb. 7 C).

Dichte des Leberparenchyms

Die Bestimmung der Leberparenchymdichte erfolgte in der transversalen Ebene auf Höhe des 10. Brustwirbels. Die Parenchymdichte, gemessen in Hounsfield-einheiten, wurde zuerst auf einer Fläche von 20 cm^2 im Zentrum des Organs und anschliessend auf einer Fläche von 1 cm^2 in der Leberperipherie unter Ausschluss von Gefässen bestimmt (Abb. 7 D).

Gallenblasengrösse und Gallendichte

Die Längen- und Breitenausdehnung der Gallenblase wurden in derjenigen Ebene vermessen, in welcher die Gallenblase am grössten dargestellt werden konnte (Abb. 7 E). Die Dichte des Gallenblaseninhalts wurde vergleichend auf einer Fläche von jeweils 1 cm^2 im dorsalen und ventralen Drittel der Gallenblase mit einem Abstand von mindestens 5 mm zur Wand in Hounsfield-einheiten bestimmt (Abb. 7 F).

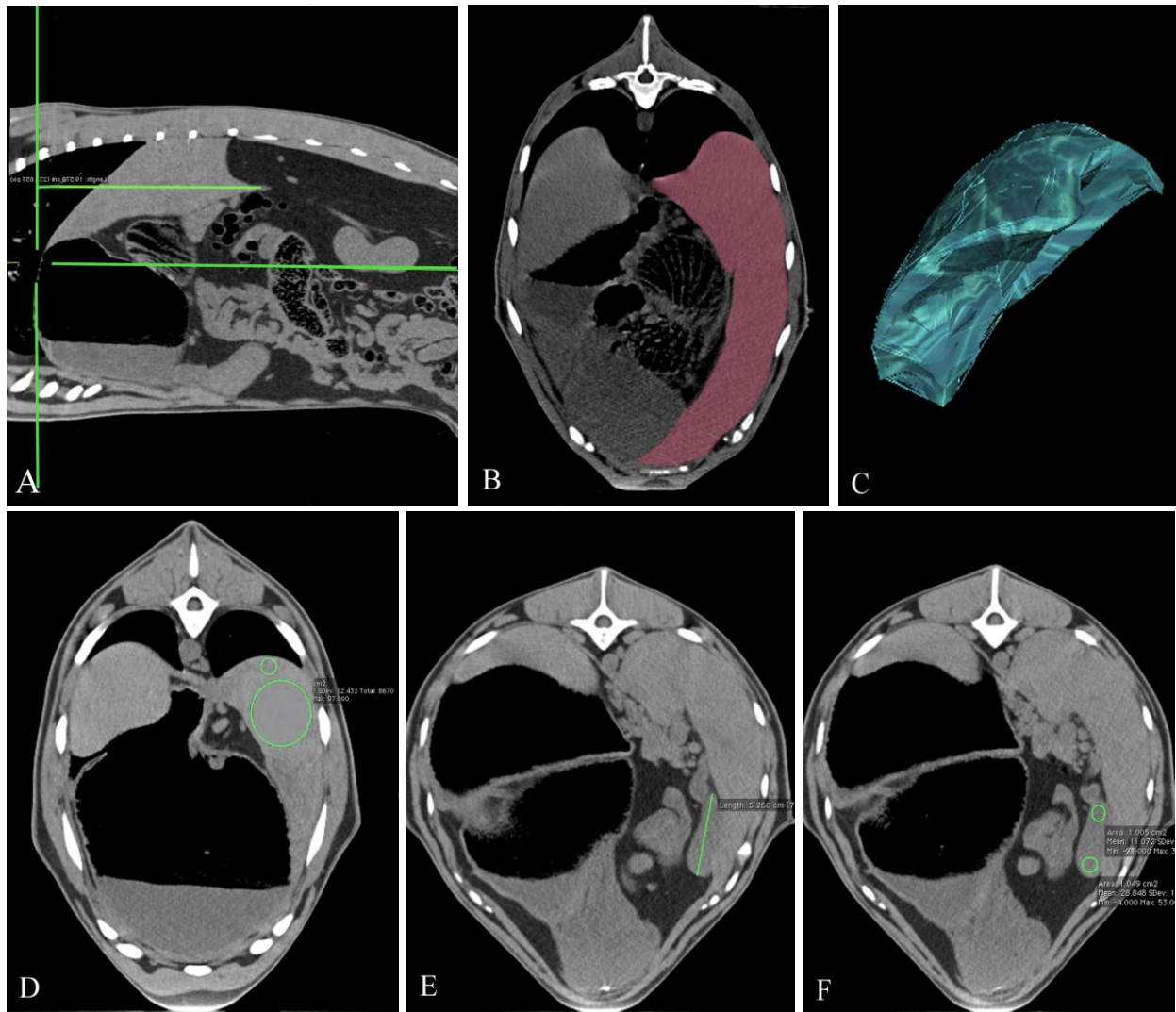


Abb. 7: Messung der kraniokaudalen Leberausdehnung (A, obere horizontale Linie), der Leberfläche auf einem Transversalschnitt (B), des Lebervolumens (C), der mittleren und peripheren Leberdichte (D), der Längenausdehnung der Gallenblase (E), sowie der Dichte des Gallenblaseninhalts im dorsalen und ventralen Drittel (F). Die grünen Linien bzw. grünen Kreise, die rote Fläche und die blaue Struktur markieren die gemessenen Strecken (A, E), die für die Dichtemessung verwendete Fläche (D, F), die Leberfläche im betreffenden Transversalschnitt (B) und das daraus berechnete Lebervolumen (C). Das grüne Fadenkreuz in A markiert die kraniale Lebergrenze.

Milzdicke, -volumen und -dichte

Die Messungen an der Milz erfolgten in der transversalen Ebene. Bestimmt wur-

den die grösste Milzhöhe (Abb. 8 A), die Milzdichte (Abb. 8 A), die Milzfläche (Abb. 8 B) und das aus den Flächen berechnete Milzvolumen (Abb. 8 C).

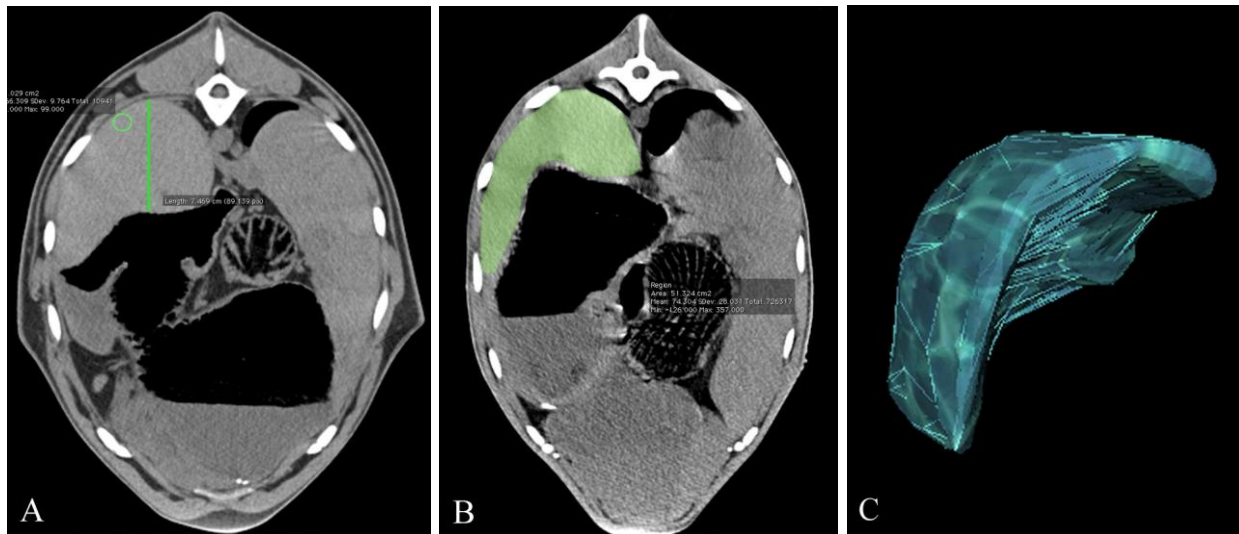


Abb. 8: Messung der maximalen Milzhöhe bzw. ihrer dorsoventralen Ausdehnung (A), der mittleren peripheren Milzdichte (A), der Milzfläche auf einem Transversalschnitt (B) sowie des Milzvolumens (C). Die grüne Linie bzw. der grüne Kreis, die grüne Fläche und die blaue Struktur markieren die gemessene Strecke bzw. die für die Dichtemessung verwendete Fläche (A), die Milzfläche im betreffenden Transversalschnitt (B) und das daraus berechnete Milzvolumen (C).

Nierengrösse, -volumen und -dichte

Die maximale Länge beider Nieren wurde in der Ebene der besten Darstellbarkeit als Distanz zwischen kranialem und kaudalem Nierenpol gemessen (Abb. 9 A). In derselben Ebene erfolgte jeweils auch die Bestimmung der maximalen Nierenbreite zwischen Hilus und Margo lateralis (Abb. 9 B). In der Transversalebene wurden in mehreren transversalen Schnitten das Organvolumen in cm^3 (Abb. 9 C, D) und ebenso die Parenchymdichte der Nieren auf einer Fläche von 5 cm^2 zwischen Hilus und Margo lateralis in Hounsfieldeinheiten (Abb. 9 E) berechnet.

Ureterendurchmesser

Die Durchmesser der Ureteren wurden beidseits in der Ebene der besten Darstellbarkeit in Nierennähe ermittelt (Abb. 9 F).

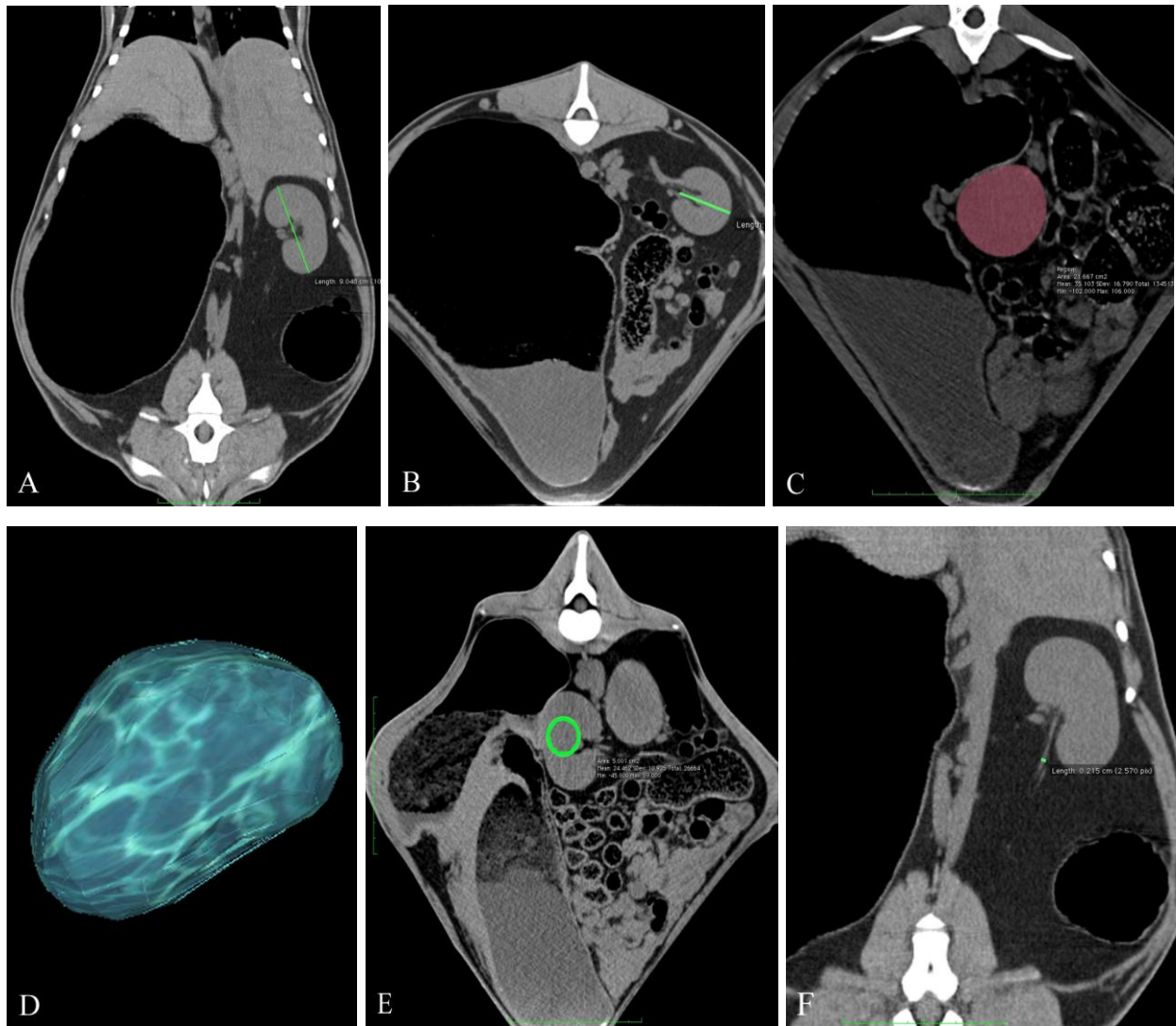


Abb. 9: Messung der Nierenlänge (A), der Nierenbreite (B), der Nierenfläche auf einem Transversalschnitt (C), des Nierenvolumens (D), der Nierendichte (E) sowie des Ureterdurchmessers (F). Die grünen Linien bzw. der grüne Kreis, die rote Fläche sowie die blaue Struktur markieren die gemessenen Strecken (A, B, F), die für die Dichtemessung verwendete Fläche (E), den Anschnitt der Niere im betreffenden Transversalschnitt (C) und das daraus berechnete Nierenvolumen (D).

Harnblasenlänge und Harndichte

In der sagittalen Ebene wurde der Abstand zwischen Harnblasenpol und kranialem Rand des knöchernen Beckenbodens gemessen (Abb. 10 A). Zudem wurde die Dichte des Harnblaseninhalts auf grösstmöglicher Fläche mit 5 mm Wandabstand in Hounsfieldeinheiten bestimmt (Abb. 10 B).

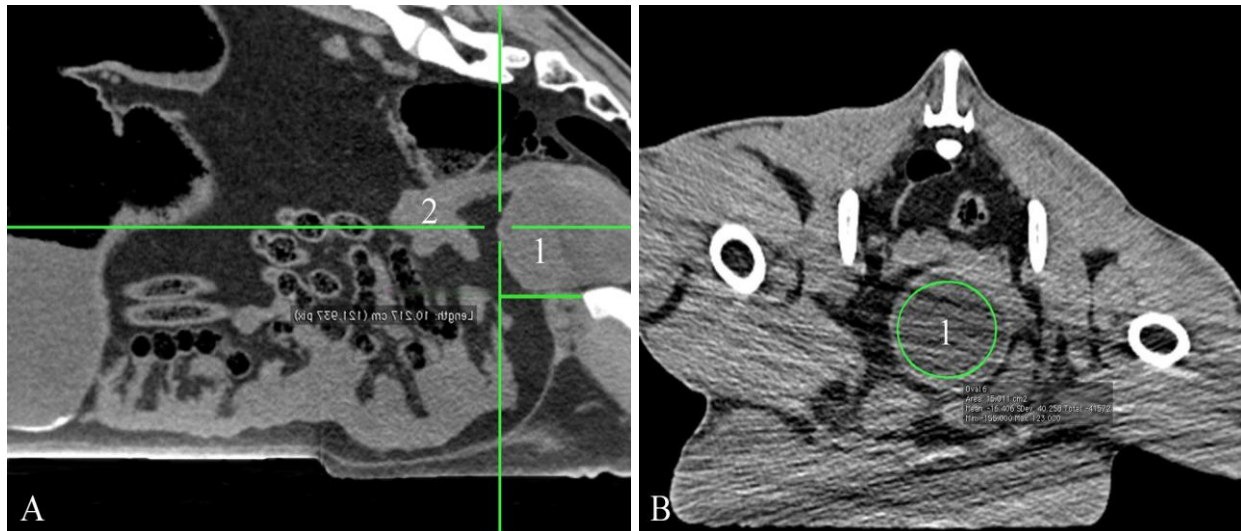


Abb. 10: Messung der Distanz zwischen Urachusnabel und knöchernem Beckenboden (A) und der Dichte des Harnblaseninhalts (B). Die grüne Linie und der grüne Kreis markieren die gemessene Strecke (A) und die für die Dichtemessung verwendete Fläche (B). Das grüne Fadenkreuz in A markiert den Harnblasenpol. 1 Harnblase, 2 Uterus.

Nebennierengrösse

Die maximale Länge und Breite der Nebennieren wurden beidseits in der Ebene der besten Darstellbarkeit bestimmt (Abb. 11 A, B, C).

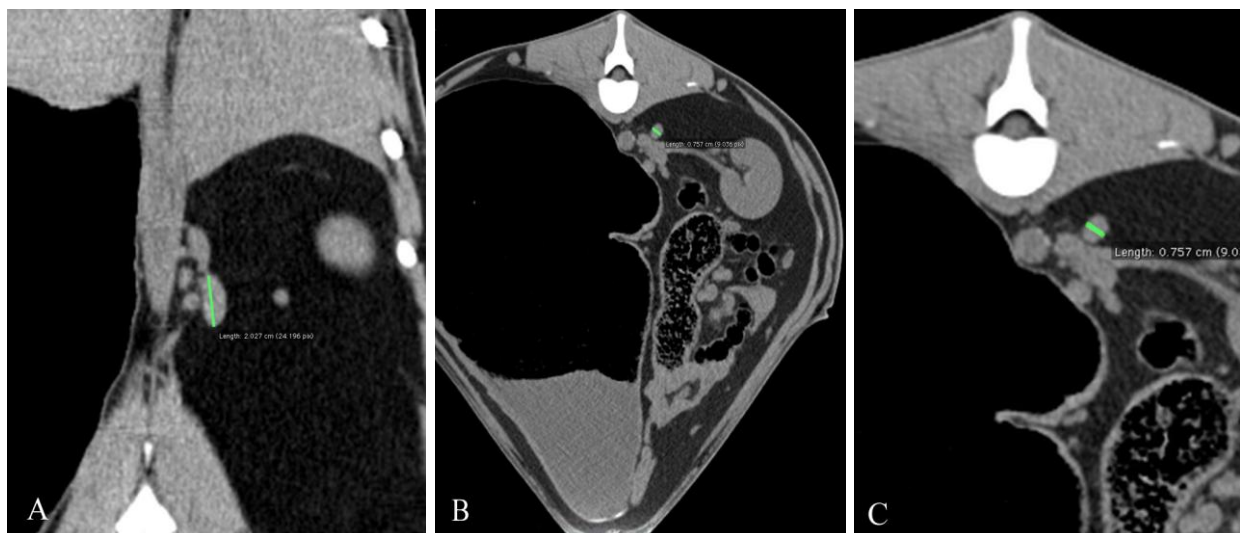


Abb. 11: Bestimmung der maximalen Nebennierenlänge in der dorsalen Ebene (A) und der maximalen Nebennierenbreite in der transversalen Ebene (B, C). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken.

Pankreasdicke

Die maximale Pankreasdicke wurde in der Transversalebene auf Höhe des Duodenums medial der Leber und dorsomedial der Gallenblase ermittelt (Abb. 12 A).

Gefässdurchmesser und Abstand der Aorta zur Lendenwirbelsäule

Die Durchmesser von Aorta (Abb. 12 B) und V. cava caudalis (nicht abgebildet) wurden auf Höhe der A. und V. renalis bestimmt. Zudem wurde der Abstand der Aorta zur Wirbelsäule auf Höhe des ersten Lendenwirbels ermittelt (Abb. 12 B, obere Messlinie).

Grösse der Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale

Die Messung von Länge und Breite der Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale an 3 verschiedenen Stellen erfolgte in der rekonstruierten Dorsalebene (Abb. 12 C).



Abb. 12: Messung der maximalen Pankreasdicke (A) und Bestimmung des Aortendurchmessers sowie des Abstands der Aorta von der Lendenwirbelsäule (B) in der transversalen Ebene, Vermessung der Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale in der dorsalen Ebene (C). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken.

5.5.11. Messungen im „Ingesta-Fenster“

Die Schichtung des Panseninhalts wurde in der Transversalebene am Ort der maximalen Pansenhöhe in einem eigens dafür definierten sogenannten Ingestafenster (W 1500 HE/L 30 HE) in cm vermessen, da innerhalb dieser Fensterlage und -breite die beste Detailerkennbarkeit und Unterscheidbarkeit zwischen gasförmiger, flüssiger und fester Phase der Ingesta im Pansen erzielt werden konnte (Abb. 13). Die drei Phasen wurden anschliessend jeweils als Prozentanteil der errechneten maximalen Pansenhöhe angegeben.

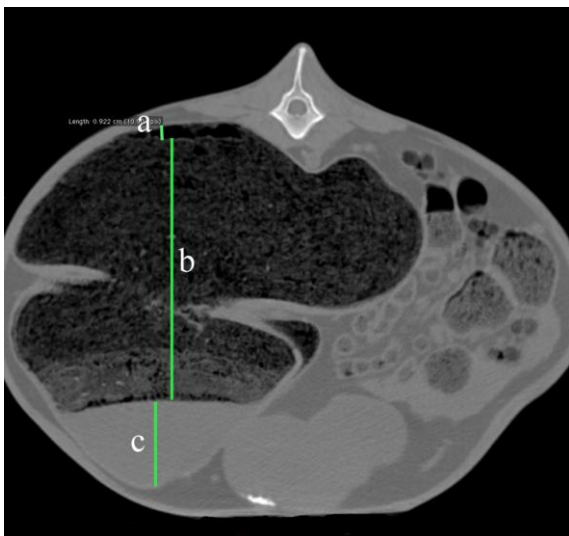


Abb. 13: Messung der gasförmigen (a), festen (b) und flüssigen Phase (c) des Panseninhalts

5.6. Schlachtung bzw. Euthanasie

Alle Ziegen wurden im Anschluss an die CT-Untersuchung euthanasiert (n = 15) oder geschlachtet (n = 15). Dabei wurden die zu euthanasierenden Ziegen noch während der Narkose mit 40 ml Kaliumchlorid (Kaliumchlorid 15 %, Kantonsapotheke Zürich) euthanasiert, während die zu schlachtenden Ziegen 3 bis 9 Tage nach der CT-Untersuchung im Schlachthaus des Tierspitals Zürich geschlachtet wurden. Die Organe der geschlachteten Ziegen wurden anschliessend makroskopisch untersucht. Die euthanasierten Ziegen dienten der anatomischen Schnittpräparation.

5.7. Vergleich von CT-Bild und anatomischem Präparat

Für die genaue Identifikation der anatomischen Strukturen auf den CT-Querschnittbildern wurden anatomische Schnittbilder der euthanasierten Ziegen sowohl in der transversalen Ebene als auch in der sagittalen und dorsalen Ebene angefertigt. Diese dienten als anatomische Präparate für die genaue Identifikation der Strukturen und wurden den CT-Bildern auf der Höhe eines jeden Wirbelkörpers gegenübergestellt.

5.7.1. Vorbereitung der euthanasierten Ziegen für die anatomische Untersuchung

Die euthanasierten Ziegen wurden auf einen Tisch gelegt und analog zur Position auf dem CT-Tisch in Sternallage mit Schaumstoffkeilen und Klebeband fixiert. Danach wurden sie in einem Gefrierraum bei -18 °C über einen Zeitraum von mindestens drei Tagen tiefgefroren.

5.7.2. Herstellung der anatomischen Schnitte

Für den Vergleich von digitalem CT-Bild und anatomischem Schnittbild wurden die gefrorenen Ziegen mit einer Fleischbandsäge (Typ K-410, Paul Kolbe GmbH, Elchingen, Deutschland) transversal entlang der Körperlängsachse in 1.0 bis 1.5 cm dicke Scheiben gesägt. Darüber hinaus wurde ein Tier in der Medianebene und einer sagittalen Ebene auf Höhe der V. cava caudalis gesägt. Ein weiteres Tier wurde in zwei dorsalen Ebenen, auf der Höhe des Manubrium sterni und auf der Höhe der Trachea, gesägt, um auch für diese CT-Ebenen ein anatomisches Schnittpräparat zu erhalten. Jeder der zirka 90 Schnitte pro Ziege wurde nacheinander auf eine blaue Hintergrundfolie gelegt und mit einer digitalen Kamera (Nikon D 300 oder Nikon Coolpix 5700, Nikon Corporation, Tokyo, Japan) fotografiert. Dabei erfolgte die Nummerierung der Schnitte von kranial nach kaudal und es wurde stets nur die kaudale Seite der 1.0 bis 1.5 cm dicken Schnitte abgelichtet.

Jedes Schnittpräparat wurde zusätzlich mit einem Lineal zum Grössenvergleich versehen.

5.7.3. Vergleich der CT-Bilder mit den anatomischen Schnitten

Die Bearbeitung und Beschriftung der anatomischen Strukturen sowie die direkte Gegenüberstellung von CT- und anatomischem Schnittbild erfolgte im Programm Adobe Photoshop CS (Version 8.0, Adobe Systems GmbH, München, Deutschland). Die anatomischen Schnittbilder dienten dazu, die analogen Strukturen im CT-Bild eindeutig zu identifizieren. Die Beschriftung der anatomischen Strukturen erfolgte anhand der Nomina Anatomica Veterinaria (World Association of Veterinary Anatomist, International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 3rd Edition, Ithaca, New York, 1983). In den Abbildungen wurden linksseitig jeweils das Weichteilfenster und rechtsseitig das Knochenfenster aus der CT-Abdomenstudie derselben Ziege dargestellt. Für die knöchernen Strukturen wurden Grossbuchstaben, für die Muskeln Kleinbuchstaben und für die Organe, Gefässe und Lymphknoten Zahlen verwendet, die für die gegebenen Strukturen in den verschiedenen Schnittbildern stets gleich blieben.

5.7.4. Spezielle und pathologische CT-Befunde

In diesem Kapitel wurden pathologische CT-Befunde der 30 Ziegen dargestellt.

5.7.5. Fallvorstellung

In diesem Kapitel wurden die CT-Befunde bei einer Zwergziege, die am Tierspital Zürich als Patientin vorgestellt wurde, dargestellt.

5.8. Statistik

Alle Daten wurden zunächst in eine Exceltabelle (Version 4.0, Microsoft Office) übertragen. Die statistische Auswertung erfolgte anschliessend mit dem Programm

StatView (Version 5.0.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Die Daten (kontinuierliche Variablen) wurden hinsichtlich ihrer Normalverteilung mit Histogrammen und Box Plots beurteilt. Korrelationen zwischen den kontinuierlichen Variablen wurden mit dem z-Test (Pearson's Korrelation) berechnet. Der gepaarte t-Test wurde zur vergleichenden Analyse der Mittelwerte der beidseitigen Messungen von Nieren, Ureteren und Nebennieren verwendet. Die Signifikanzschwelle wurde bei $P = 0.05$ gesetzt.

5.9. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren ausser der Klinik für Wiederkäuer und der Abteilung für Bildgebende Diagnostik und Radio-Onkologie die folgenden Institutionen der Vetsuisse-Fakultät Zürich beteiligt:

- Veterinärmedizinisches Labor (Prof. Dr. H. Lutz): Hämatologische, blutchemische, Harn- und Pansensaftuntersuchung
- Institut für Parasitologie (Prof. Dr. P. Deplazes): Parasitologische Kotuntersuchung
- Veterinär-Anatomisches Institut (Prof. Dr. A. Boos): Anatomische Schnittpräparation durch Prof. Dr. H. Augsburger und Urs Müller
- Abteilung für Anästhesiologie (Prof. Dr. R. Betttschart-Wolfensberger): Anästhesie für die computertomographische Untersuchung
- Abteilung für Audiovisuelle Dienste (A. Hug): Digitale Fotografie der anatomischen Schnittpräparate.

5.10. Tierversuchsbewilligung

Für die Versuche lag eine Tierversuchsbewilligung des Kantonalen Veterinäramts Zürich vor. Die Bewilligung trug die Nummer 145/2007 und war vom 25. Juli 2007 bis zum 24. August 2008 gültig.

6. Ergebnisse

6.1. Voruntersuchungen

Die Befunde der klinischen Untersuchung, der Blut-, Harn-, Pansensaft- und Kotuntersuchung wurden von den Doktorandinnen Mareike Becker-Birck, Désirée Jacquat, Kathrin Steininger und Mona Irmer gemeinsam erhoben und in der Dissertation von Mareike Becker-Birck (2009) beschrieben. Sie werden deshalb an dieser Stelle nicht erneut dargestellt.

6.2. Computertomographische Befunde

6.2.1. Knochenfenster

Die Wirbelsäule mit den Quer- und Dornfortsätzen, die Rippen sowie die darstellbaren Anteile von Becken und Hintergliedmassen der Ziegen wiesen im Bereich des Abdomens im Knochenfenster keine Veränderungen oder Abweichungen von den normalen anatomischen Verhältnissen auf (Abb. 14 A, B).

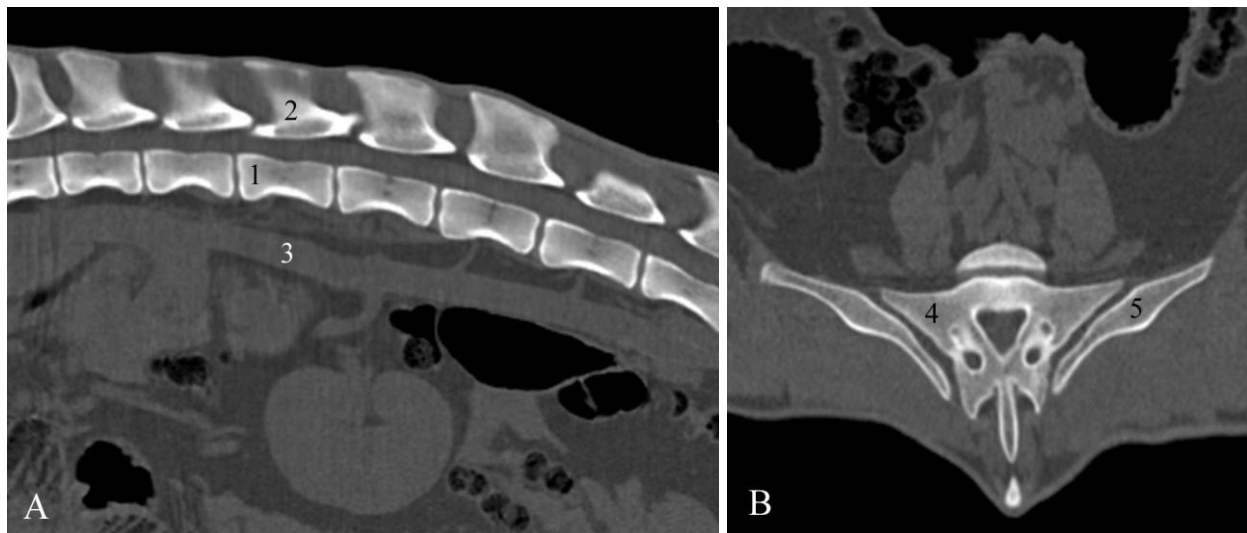


Abb. 14: CT-Befunde an den knöchernen Strukturen einer 4-jährigen Saanenziege im Knochenfenster. Links Darstellung der Wirbelsäule in der sagittalen Ebene (A), rechts Darstellung des Kreuzbeins in der dorsalen Ebene (B). 1 Corpus vertebrae, 2 Processus spinosus, 3 Aorta, 4 Os sacrum, 5 Os coxae

Messungen

Das knöcherne Becken wies einen vertikalen Durchmesser (Diameter verticalis) von 6.7 bis 10.9 cm (8.9 ± 0.97 cm) und einen Querdurchmesser (Diameter transversa) von 8.2 bis 10.1 cm (9.3 ± 0.55 cm) auf (Tab. 1). Das Verhältnis von Beckenhöhe und Beckenbreite lag im Durchschnitt bei 0.96. Die Länge des ersten Lendenwirbelkörpers betrug 3.8 bis 4.7 cm (4.2 ± 0.27 cm) und diejenige des zweiten Lendenwirbels 3.9 bis 4.9 cm (4.2 ± 0.25 cm). Der vertikale Durchmesser des ersten Lendenwirbels betrug zwischen 1.5 und 2.1 cm (1.7 ± 0.14 cm). Die Dichte des zweiten Lendenwirbelkörpers variierte zwischen 265 und 712.7 HU (442.5 ± 106 HU).

Tab. 1: Messungen im Knochenfenster bei 30 Ziegen

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite
Vertikaler Durchmesser des Beckens (cm)	8.9 ± 0.97	6.7 – 10.9
Querdurchmesser des Beckens (cm)	9.3 ± 0.55	8.2 – 10.1
Länge des ersten Lendenwirbels (cm)	4.2 ± 0.27	3.8 – 4.7
Vertikaler Durchmesser des ersten Lendenwirbels (cm)	1.7 ± 0.14	1.5 – 2.1
Länge des zweiten Lendenwirbels (cm)	4.2 ± 0.25	3.9 – 4.9
Dichte des zweiten Lendenwirbels (HU)	442.5 ± 106	265.0 – 712.7

6.2.2. Weichteilfenster

Die CT-Untersuchung im Weichteilfenster ergab in Bezug auf die Lage und Ausdehnung der Organe sowie den Verlauf der Gefäße im Vergleich zu den anatomisch beschriebenen Befunden (Barone et al., 2001; Nickel et al., 2004; Liebich et al., 2005) keine Abweichungen.

Verdauungsapparat

Oesophagus

Der intrathorakale Anteil des Oesophagus (1) war in allen drei Ebenen gut darstellbar und bis zum Zwerchfell zu verfolgen (Abb. 15 A, B, C). Meist konnte er auch intraabdominal zwischen Haube (4) und Leber (6) erkannt werden (Abb. 15 A). Unmittelbar kranial des Zwerchfells begann sich sein Lumen geringgradig zu erweitern (Abb. 15 C). Sein Durchmesser variierte an dieser Stelle zwischen 1.8 und 4.5 cm (2.7 ± 0.53 cm).

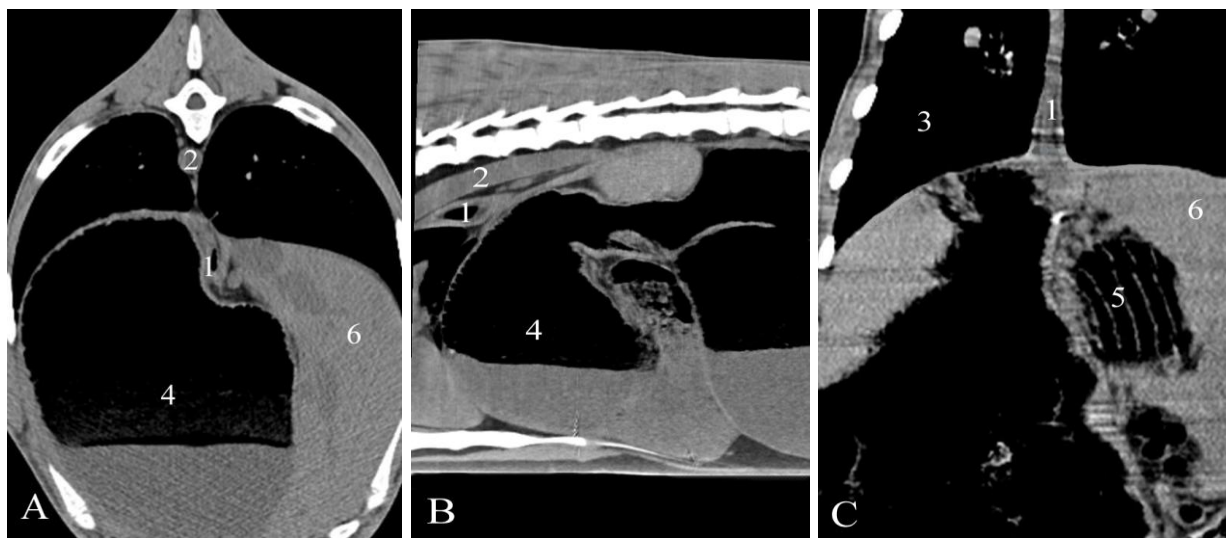


Abb. 15: CT-Befunde am Oesophagus einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des neunten Brustwirbels (A), in der sagittalen Ebene auf Höhe der Aorta (B) und in der dorsalen Ebene auf Höhe seines Durchtritts durch das Zwerchfell (C). 1 Oesophagus, 2 Aorta, 3 Lobus caudalis pulmonis sinistri, 4 Reticulum, 5 Omasum, 6 Hepar

Topographie der Mägen - Übersicht

Die Vormägen und der Labmagen waren in allen 3 Ebenen durch das intraabdominale Fettgewebe gut voneinander zu unterscheiden. In der transversalen Ebene konnte die kraniokaudale Abfolge der Mägen und deren Topographie zueinander im Detail verfolgt und durch die zusätzliche Rekonstruktion in der sagittalen und dorsalen Ebene dreidimensional ergänzt werden. Dabei lag die Haube als am wei-

testen kranial gelegener Teil linksseitig der Leber an (Abb. 17), unmittelbar dahinter waren der Pansenvorhof und die ihm aufliegende Milz zu sehen. Auch die sich anschliessenden Abteilungen des Pansens, der dorsale und ventrale Pansensack sowie die Blindsäcke, waren bei allen Ziegen gut darstellbar (Abb. 18). Rechts von Haube und Pansen bzw. links der Leber konnte der Psalter aufgrund seines speziellen Erscheinungsbilds sofort identifiziert werden (Abb. 22). An seiner Ventralfläche zog der Labmagen, der bereits weiter kranial zwischen Haube und Pansenvorhof zu erkennen war, an der ventralen Bauchwand nach rechts kaudal in Richtung Leber (Abb. 24). Sein Pylorusteil und auch der Übergang ins Duodenum waren bei allen Ziegen gut zu erkennen.

Haube und Pansen

Topographie

Der Pansen und die Haube konnten allgemein zwischen dem 5. Brustwirbel und dem Kreuzbein dargestellt werden (Abb. 16). Zwischen dem 8. Brustwirbel und dem 5. Lendenwirbel war der Pansen bei allen Ziegen zu sehen. Er konnte über 14 Wirbelkörperlängen (14.0 ± 0.93 Wirbelkörperlängen) hinweg verfolgt werden.

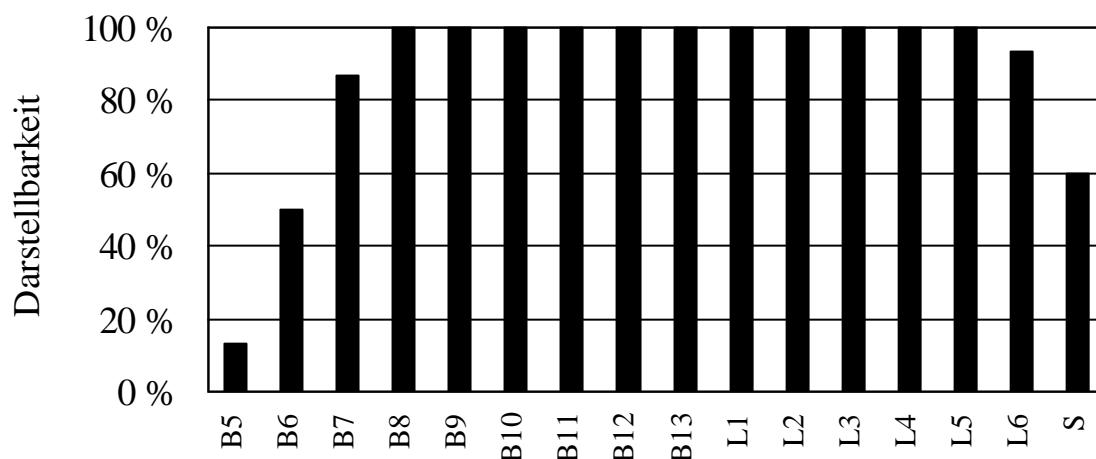


Abb. 16: Darstellbarkeit des Pansens in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule bei 30 Ziegen. B5 bis B13 Brustwirbel 5 bis 13, L1 bis L6 Lendenwirbel 1 bis 6, S Sakrum

Haube

In der transversalen Ansicht konnte die Haube (1), teilweise bis auf die rechte Seite der Medianebene reichend, gut von der ihr rechtsseitig anliegenden Leber (9) abgegrenzt werden (Abb. 17 A, C). Sie stellte sich in dieser Ebene annähernd rund dar und war fast komplett mit Futter gefüllt. Dorsal war Gas zu sehen, und an dieser Stelle konnte auch die Netzstruktur ihrer Innenauskleidung gut dargestellt werden (Abb. 17 A). Auf der Höhe des neunten und zehnten Brustwirbels war an ihrer Dorsalfläche der Anschnitt des Pansenvorhofs zu erkennen, ventral waren Anteile des Labmagens (8) sowie dorsomedial des Psalters (6) darstellbar (Abb. 17 B, C). In der sagittalen Ebene war zu sehen, wie die Haube (1) und das Herz (3), nur durch das Zwerchfell getrennt, über einen Bereich von wenigen cm unmittelbar benachbart waren (Abb. 17 B) und dorsal davon die Lunge (4) lag. Die Haube lag kranial von Pansen (10) und Labmagen (8) (Abb. 17 B, C) und dorsal des Sternums (11) (Abb. 17 A) der ventralen Bauchwand an.

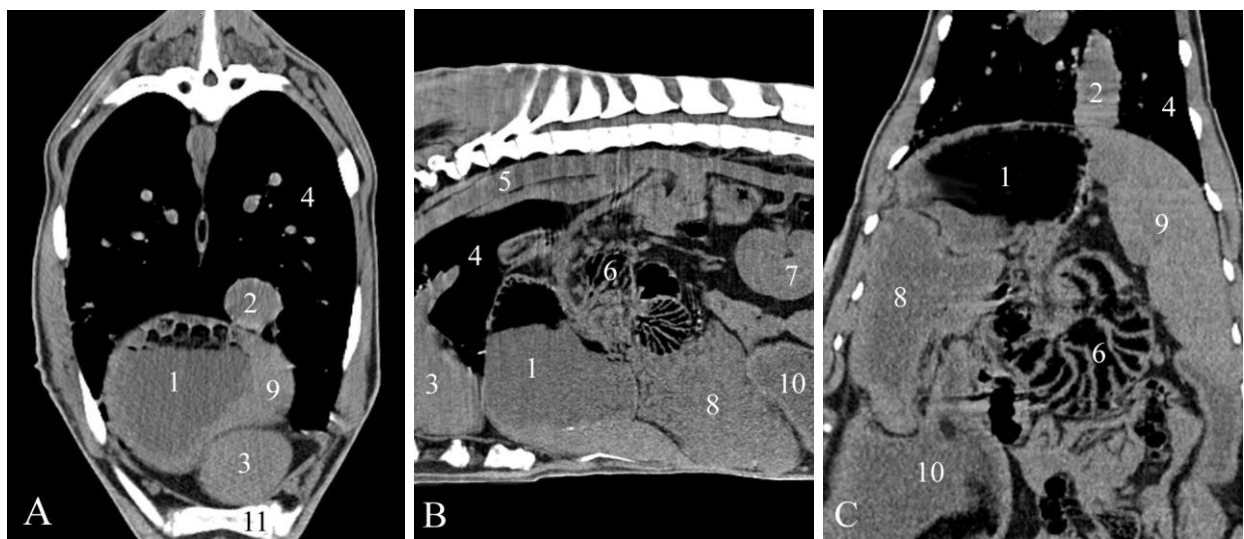


Abb. 17: CT-Befunde an der Haube einer 3.5-jährigen Saanenziege. Von links nach rechts transversale Ebene auf Höhe des siebten Brustwirbels (A), sagittale Ebene auf Höhe der Aorta (B) und dorsale Ebene auf Höhe der V. cava caudalis (C). 1 Reticulum, 2 V. cava caudalis, 3 Apex cordis, 4 Pulmo dexter, 5 Aorta, 6 Psalter, 7 Ren sinister, 8 Abomasum, 9 Hepar, 10 Saccus ruminis ventralis, 11 Sternum

Pansen

Die Identifikation der einzelnen Abteilungen des Pansens war aufgrund der guten Abgrenzbarkeit der Pansenwand inklusive Pansenfurchen und -pfeiler von den umliegenden Strukturen bei allen Ziegen sehr gut möglich. Somit konnte durch die Längsfurchen der dorsale Pansensack (12) vom ventralen (13) abgegrenzt werden, während die Querfurchen sowohl den Pansenvorhof (2) als auch die kaudalen Blindsäcke (7, 8) vom Rest des Pansens abgrenzten (Abb. 18 B). In der transversalen Ebene waren die Lagebeziehungen des Pansens zu den umliegenden Organen und sein Einfluss auf deren Position ersichtlich (Abb. 18 A - C). In der sagittalen Ebene liess sich die kraniokaudale Ausdehnung des Pansens am besten beurteilen (Abb. 18 D). Zudem war die Pansenschichtung im Weichteilfenster angedeutet erkennbar: Dorsal befand sich die Gasphase, die sich analog zu Luft schwarz darstellte und auf deren Höhe auch die Pansenzotten zu sehen waren. Am Pansenboden befand sich die homogene, im Verhältnis zu den Weichteilen leicht hypodense Flüssigphase. Zwischen der Gas- und Flüssigphase konnte die Festphase abgegrenzt werden, eine zur Flüssigphase isodense Schicht, welche aber nicht homogen, sondern faserig strukturiert erschien (Abb. 18). Im Ingestafenster war die Pansenschichtung wesentlich deutlicher zu erkennen und die Festphase (2) hob sich deutlich von der Gas (1)- und Flüssigphase (3) ab. Die Festphase der Ingesta war an ihrer typischen schwammähnlichen Struktur zu erkennen (Abb. 19 A - C).

Messungen

Die Pansenlänge von der kranialen Haubengrenze bis zur kaudalen Begrenzung der Blindsäcke lag zwischen 37.2 und 55.9 cm (47.1 ± 4.73 cm), die maximale Breite zwischen 11.3 und 35.5 cm (20.9 ± 5.96 cm) und die Höhe zwischen 19.6 und 32.2 cm (25.5 ± 2.49 cm, Tab. 2). Zwischen Pansenlänge und -breite bestand eine mittelgradig positive Korrelation ($r = 0.51$, $P < 0.05$). Die Wand der Haube war 0.2 bis 0.3 cm (0.2 ± 0.03 cm) dick, die des dorsalen Pansenblindsacks 0.2 bis 0.3 cm (0.2 ± 0.04 cm) und die des ventralen 0.2 bis 0.4 cm (0.3 ± 0.06 cm).

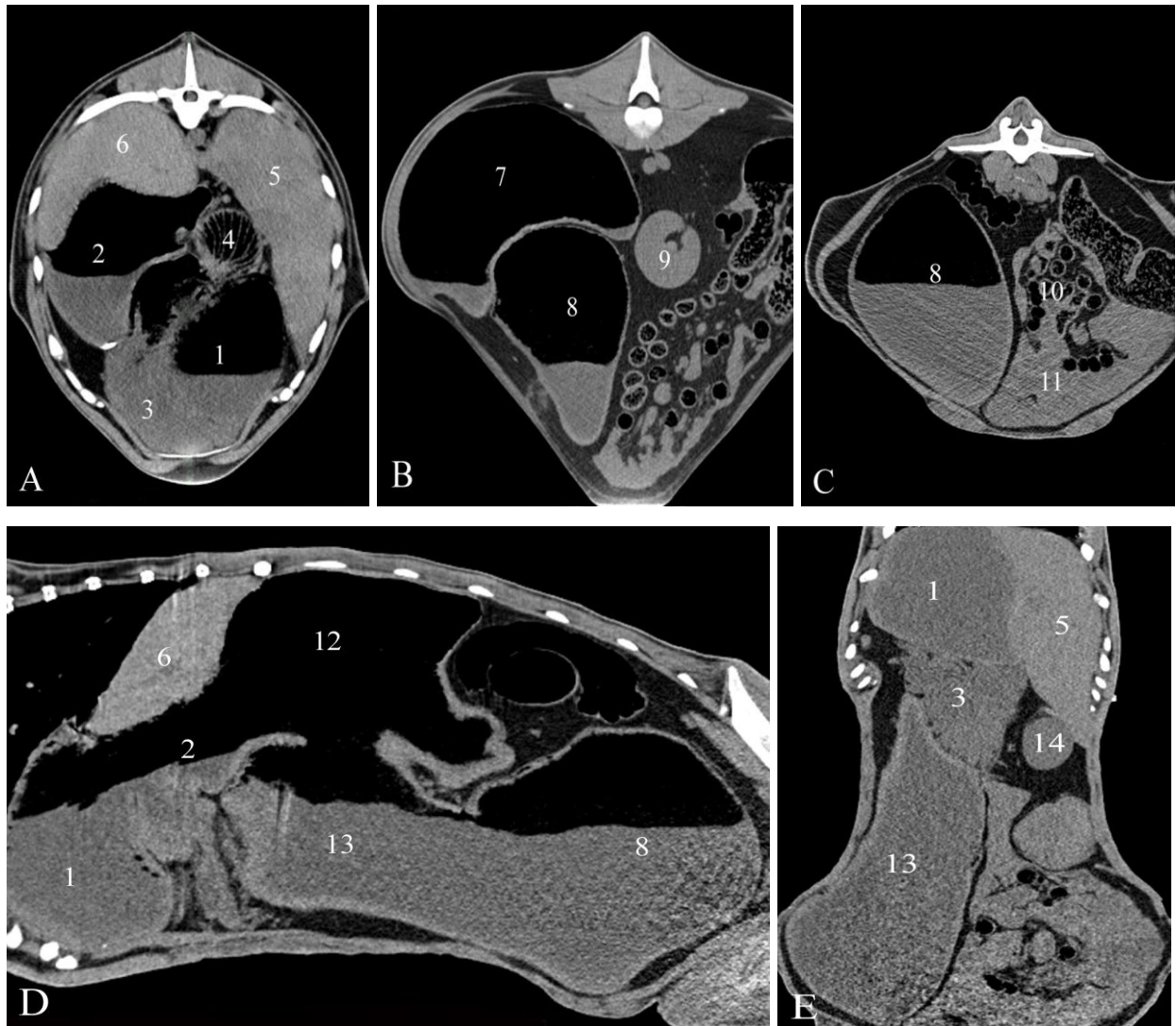


Abb. 18: CT-Befunde am Pansen einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts transversale Ebene auf Höhe des zehnten Brustwirbels (A) sowie des dritten (B) und des fünften Lendenwirbels (C), linkssagittale Ebene auf Höhe der Milz (D) und dorsale Ebene auf Höhe der Herzspitze (E). 1 Reticulum, 2 Atrium ruminis, 3 Abomasum, 4 Omasum, 5 Hepar, 6 Lien, 7 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 8 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 9 Ren sinister, 10 Ansa spiralis coli, 11 Jejunum, 12 Saccus ruminis dorsalis, 13 Saccus ruminis ventralis, 14 Vesica fellea

Tab. 2: Messungen an Pansen und Haube von 30 Ziegen

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite
Pansenlänge (cm)	47.1 ± 4.73	37.2 – 55.9
Pansenbreite (cm)	20.9 ± 5.96	11.3 – 35.5
Pansenhöhe (cm)	25.5 ± 2.49	19.6 – 32.2
Haubenwanddicke (cm)	0.2 ± 0.03	0.2 – 0.3
Pansenwanddicke dorsal (cm)	0.2 ± 0.04	0.2 – 0.3
Pansenwanddicke ventral (cm)	0.3 ± 0.06	0.2 – 0.4

Ingestafenster

Die Schichtung des Panseninhalts gliederte sich in eine dorsale Gasphase, deren Anteil an der Gesamthöhe des Pansens 0.0 bis 8.9 cm (2.9 ± 2.58 cm) betrug (Tab. 3, Abb. 19), eine mittlere Festphase mit einem Ausmass von 6.3 bis 26.3 cm (15.9 ± 4.52 cm) und eine ventrale Flüssigphase mit einem Ausmass zwischen 0.0 und 11.7 cm (6.7 ± 2.98 cm). Prozentual gesehen überwog damit im Schnitt der Anteil der Festphase mit 25.5 bis 93.7 % (62.5 ± 17.4 %), während die Flüssigphase mit 0.0 bis 47.3 % (25.9 ± 11.4 %) den zweitgrössten Anteil ausmachte und die Gasphase mit 0.0 bis 33.6 % (11.1 ± 9.4 %) das kleinste Kompartiment darstellte.



Abb. 19: CT-Befunde der Pansenschichtung einer 3.5-jährigen Saanenziege im Ingesta-Fenster in der transversalen (A), sagittalen (B) und dorsalen Ebene (C). 1 Dorsale Gasphase, 2 Mittlere Festphase, 3 Ventrale Flüssigphase

Tab. 3: Pansenschichtung im Bereich der maximalen Pansenhöhe von 30 Ziegen

Parameter	$\bar{x} \pm s$ (Schwankungsbreite)	Prozentualer Anteil (Schwankungsbreite)
Dorsale Gasphase (cm)	2.9 ± 2.58 (0.0 – 8.9)	11.1 ± 9.4 (0.0 – 33.6)
Mittlere Festphase (cm)	15.9 ± 4.52 (6.3 – 26.3)	62.5 ± 17.4 (25.5 – 93.7)
Ventrale Flüssigphase (cm)	6.7 ± 2.98 (0.0 – 11.7)	25.9 ± 11.4 (0.0 – 47.3)

Mageninhalt

Bei 29 von 30 Ziegen konnte eine moderate Ansammlung von hyperdensen Ablagerungen (Sand, Steinchen) in den Mägen beobachtet werden (Abb. 20 A) und bei 9 von 30 Tieren befand sich ein metallidichter Fremdkörper in der Haube oder im Pansenvorhof (Abb. 20 B). Diese Befunde waren ohne klinische Symptome eingegangen.

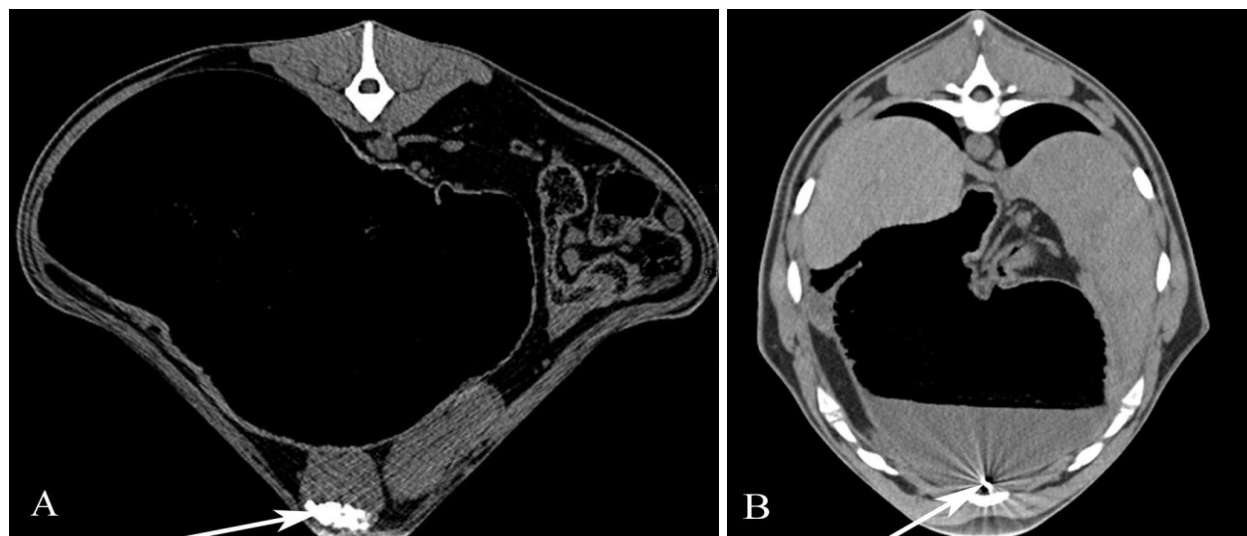


Abb. 20: Sediment bzw. Steinchen im Labmagen einer 3-jährigen Saanenziege (A) und metallischer Fremdkörper mit Streifenartefakten in der Haube einer 3.5-jährigen Saanenziege (B), weisser Pfeil

Psalter

Topographie

Der Psalter konnte zwischen dem 8. Brustwirbel und dem 1. Lendenwirbel dargestellt werden (Abb. 21). Zwischen dem 10. und dem 11. Brustwirbel war er bei allen Ziegen zu sehen und er konnte über 4 Wirbelkörperlängen (4.0 ± 0.62 Wirbelkörperlängen) verfolgt werden.

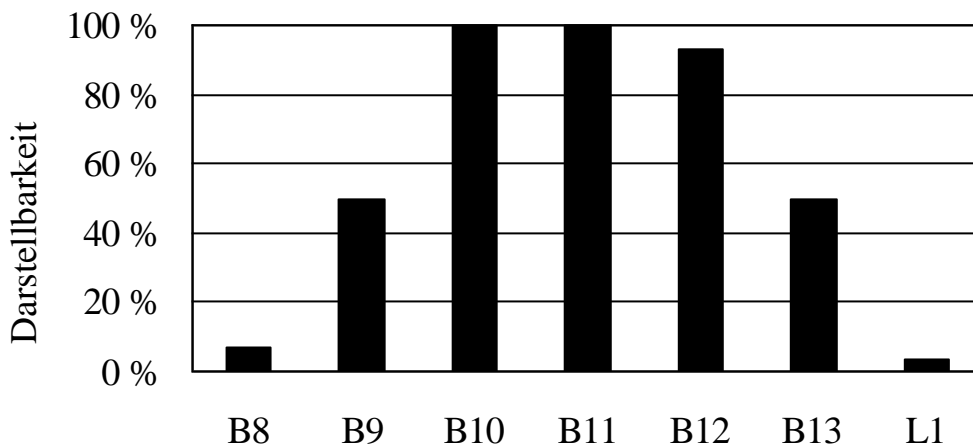


Abb. 21: Darstellbarkeit des Psalters in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule bei 30 Ziegen. B8 bis B13 Brustwirbel 8 bis 13, L1 Lendenwirbel 1

Er stellte sich als länglich-rundlich bis bohnenförmig dar (Abb. 22). Im Inneren des Psalters (1) waren die Psalterblätter als hellgraue, im Anschnitt fadenförmige Strukturen klar erkennbar, dabei konnten grössere und kleinere Blätter unterschieden werden. Das zwischen den Blättern gelegene Futter stellte sich im Weichteilfenster stark hypodens dazu und schwarz dar. Der Psalter war als Folge seines unverwechselbaren Aussehens in allen drei Ebenen sehr gut von den restlichen Mägen zu unterscheiden. In der transversalen Ebene lag er relativ zentral im Abdomen zwischen dem Pansen (3, 9), der ihn von links leicht über die Medianebene verdrängte, und der Leber (4), die ihn in ihrer Impressio omasica aufnahm (Abb. 22 A). Seine Längenausdehnung konnte in der sagittalen oder häufiger noch in der dorsalen Ebene am besten beurteilt werden (Abb. 22 B, C).

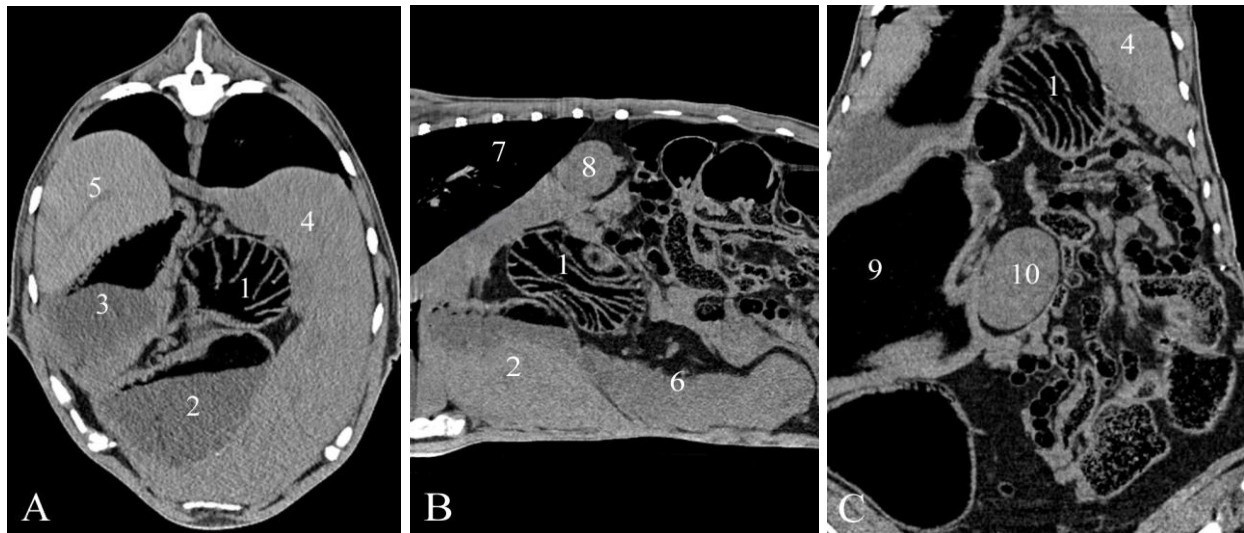


Abb. 22: CT-Befunde am Psalter einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des 10. Brustwirbels (A), in der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der rechten Niere (B) und in der dorsalen Ebene auf Höhe der linken Niere (C). 1 Psalter, 2 Reticulum, 3 Atrium ruminis, 4 Hepar, 5 Lien, 6 Abomasum, 7 Lobus pulmonis dexter, 8 Ren dexter, 9 Saccus ruminis ventralis, 10 Ren sinister

Messungen

Die Länge des Psalters lag zwischen 8.7 und 14.4 cm (11.6 ± 1.37 cm) und seine Wanddicke zwischen 0.2 und 0.3 cm (0.2 ± 0.03 cm). Zwischen der Psalterlänge und dem Körpergewicht bestand eine positive Korrelation ($r = 0.51$; $P < 0.01$).

Labmagen

Der Labmagen (1) konnte in der transversalen Ebene zwischen dem 8. Brustwirbel und dem 5. Lendenwirbel dargestellt werden (Abb. 23, 24 A). Bei allen Ziegen war er zwischen dem 12. und dem 13. Brustwirbel zu sehen. Er konnte über 6.6 Wirbelkörperlängen (6.6 ± 0.89 Wirbelkörperlängen) verfolgt werden. Mit seinem kranialen Anteil lag er der ventralen Bauchwand zwischen der Haube (7) und dem Pansen (3, 9) sackförmig an und verjüngte sich nach kaudoventral in Richtung Leber (4), um in seinen Pylorusteil aufzusteigen und auf Höhe der Gallenblase in das

Duodenum (10) überzugehen (Abb. 24 A, B, C). In seinem Inneren waren andeutungsweise Schleimhautfalten zu erkennen, jedoch bestand aufgrund seines flüssigen Inhalts kaum ein Kontrast zur Ingesta (Abb. 24 A). Die Labmagenwand war 0.2 bis 0.3 cm (0.2 ± 0.04 cm) dick.

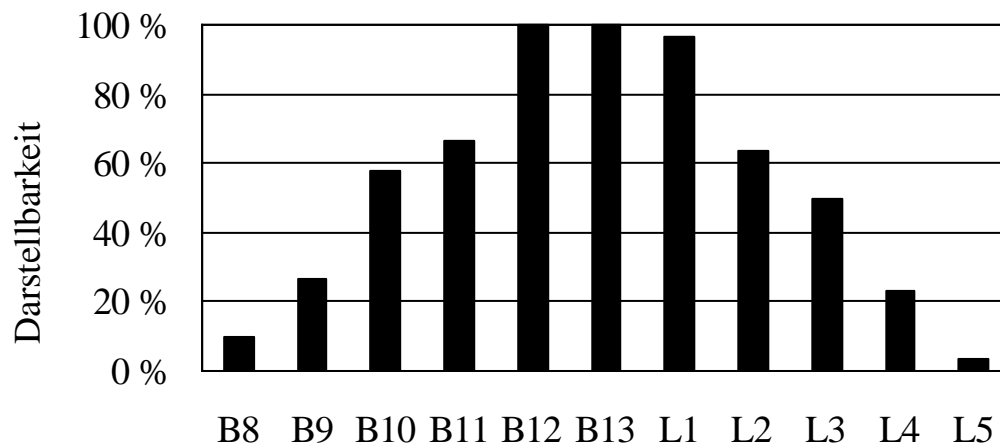


Abb. 23: Darstellbarkeit des Labmagens in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule bei 30 Ziegen. B8 bis B13 Brustwirbel 8 bis 13, L1 bis L5 Lendenwirbel 1 bis 5

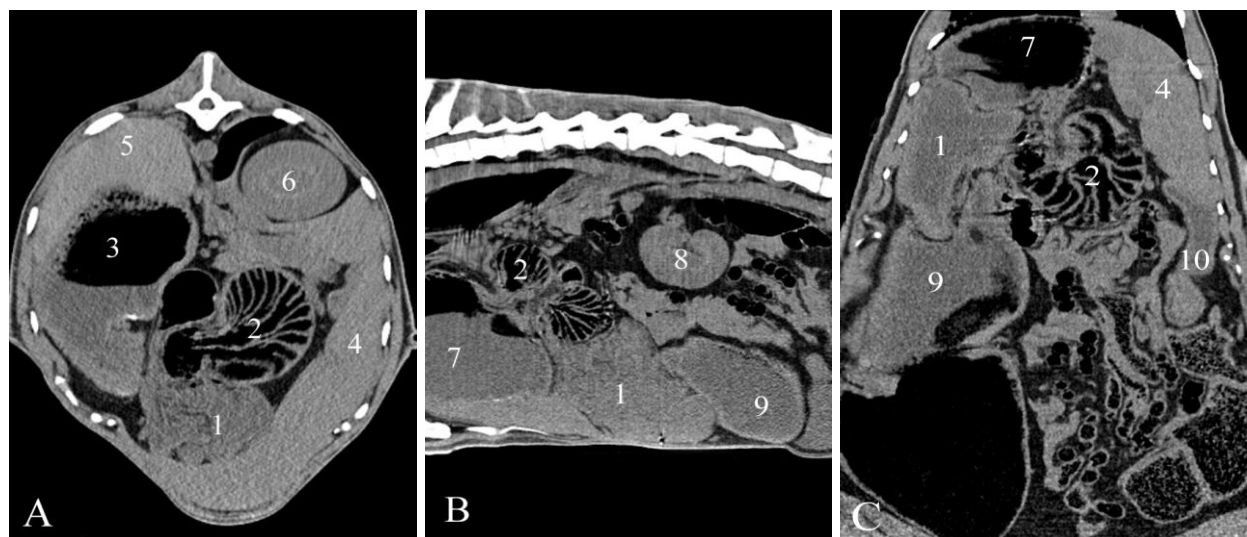


Abb. 24: CT-Befunde am Labmagen einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts: transversale Ebene auf Höhe des 12. Brustwirbels (A), parasagittale Ebene auf Höhe der linken Niere (B) und dorsale Ebene auf Höhe des Psalters (C). 1 Abomasum, 2 Psalter, 3 Atrium ruminis, 4 Hepar, 5 Lien, 6 Ren dexter, 7 Reticulum, 8 Ren sinister, 9 Saccus ruminis ventralis, 10 Duodenum

Darm

Die Differenzierung der einzelnen Darmabschnitte erwies sich in vielen Fällen als schwierig. Um den Verlauf der Darmabschnitte zu verfolgen, war deshalb die Darstellung in allen 3 Ebenen gleichzeitig erforderlich (Abb. 25 A bis E). Prinzipiell war jedoch eine Unterscheidung zwischen Dünn- und Dickdarm sehr gut möglich, denn der Dünndarm konnte aufgrund seiner Lage, seines meist geringeren Durchmessers sowie seines flüssigen und somit homogen und isodens zur Darmwand erscheinenden Inhalts gut vom Dickdarm abgegrenzt werden. Das im Lumen des Dickdarms enthaltene Gas stellte sich schwarz dar, was die Erkennung der Darmwand erlaubte. Im Gegensatz dazu konnte die Wand des Dünndarms nur im Bereich der Pars cranialis duodeni vom Darminhalt differenziert werden.

Topographie

Dünndarm

An der kaudalen Lebergrenze konnte die Pars cranialis des Duodenum (1) mit ihrer s-förmigen Ansa sigmoidea erkannt werden (Abb. 25 A), teilweise war es auch möglich, den Verlauf des Duodenum ein Stück weit zu verfolgen. Das Jejunum (2) lag im kaudovertralen Teil des Abdomens dem ventralen und dorsalen Pansensack (3, 8) und der rechten seitlichen Bauchwand an (Abb. 25 B). Seine einzelnen Schlingen waren teilweise darstellbar. Die restlichen Dünndarmabschnitte konnten bei keiner Ziege sicher voneinander unterschieden werden und wurden deshalb zusammengefasst betrachtet.

Dickdarm

In der transversalen Ebene lagen die Schlingen des Spiralkolons (9b) denen des Jejunums (2) von dorsal auf oder fügten sich dazwischen ein (Abb. 25 B). Rechts dorsal waren Anteile der Ansa proximalis coli (9a) darstellbar (Abb. 25 B, D). Auch der kaudodorsal gelegene Blinddarm (10) konnte leicht identifiziert werden (Abb. 25 B bis E), während sich die restlichen Darmanteile nur in seltenen Fällen

unterscheiden liessen. In der sagittalen Ebene war die V. portae (11) erkennbar, die innerhalb des Darmkonvoluts nach ventral verlief und sich dann in den umgebenden Strukturen verlor (Abb. 25 C).

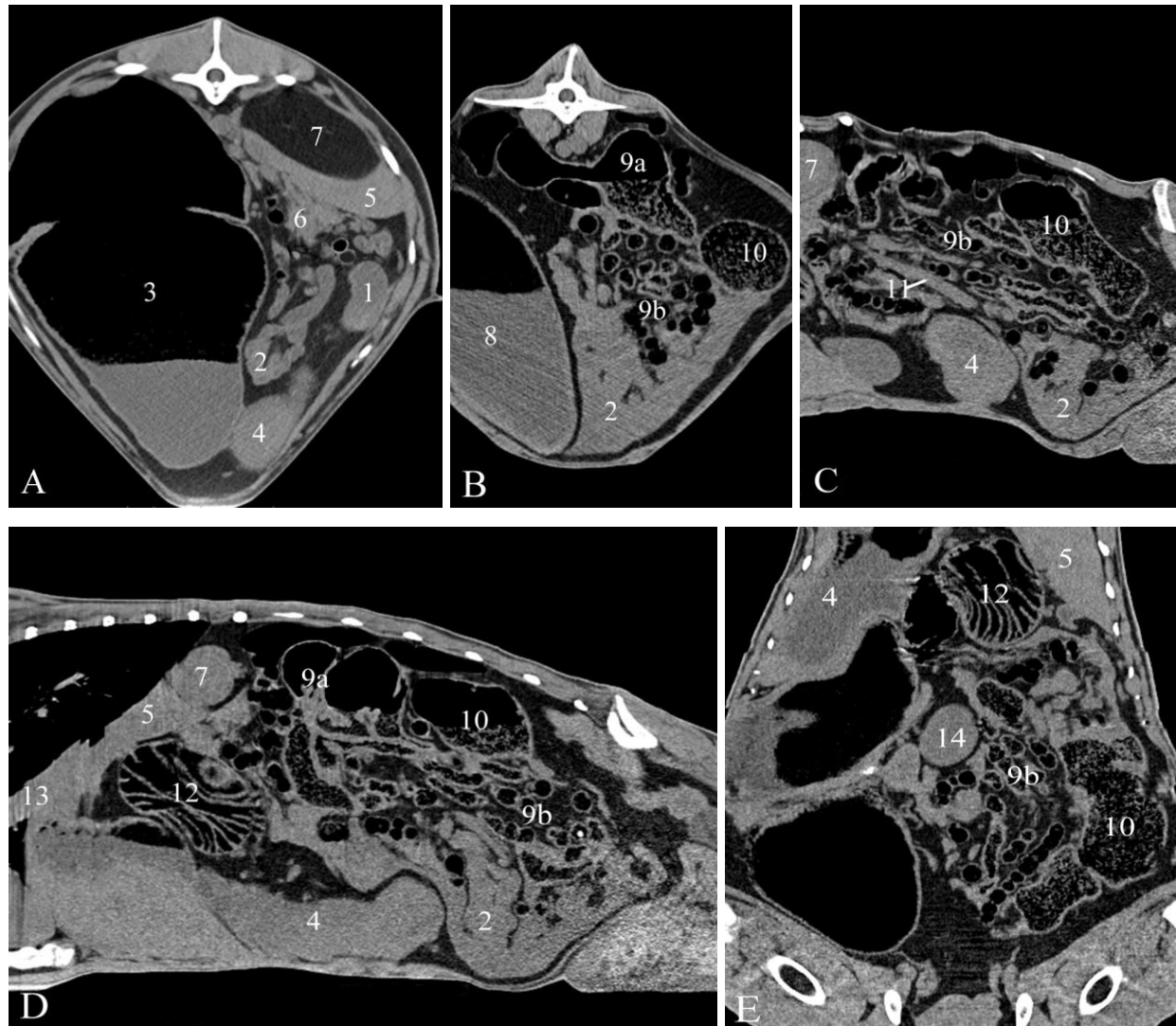


Abb. 25: CT-Befunde am Darm einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des 13. Brustwirbels (A) und des fünften Lendenwirbels (B), der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der V. portae (C) und der V. cava caudalis (D) sowie der dorsalen Ebene auf Höhe der linken Niere (E). 1 Pars cranialis duodeni, 2 Jejunum, 3 Saccus ruminis ventralis, 4 Abomasum, 5 Hepar, 6 Pancreas, 7 Ren dexter bzw. perirenales Fettgewebe, 8 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 9a Ansa proximalis coli, 9b Ansa spiralis coli, 10 Caecum, 11 V. portae, 12 Psalter, 13 V. cava caudalis, 14 Ren sinister

Messungen

Dünndarm

Die Wanddicke der Pars cranialis duodeni lag zwischen 0.15 und 0.21 cm (0.18 ± 0.02 cm, Tab. 4). Die Dünndärme wiesen einen mittleren Durchmesser von 0.8 bis 1.7 cm (1.2 ± 0.19 cm) auf.

Dickdarm

Der mittlere Durchmesser der einzelnen Schlingen des Spiralkolons lag zwischen 1.1 und 2.0 cm (1.4 ± 0.23 cm, Tab. 4). Die Darmwand war dabei durchschnittlich 0.1 bis 0.3 cm (0.2 ± 0.04 cm) dick. Der grösste Durchmesser des Blinddarms lag zwischen 3.9 und 9.2 cm (6.1 ± 1.25 cm); seine Wanddicke an dieser Stelle betrug 0.2 bis 0.5 cm (0.3 ± 0.08 cm).

Tab. 4: Messungen am Dünn- und Dickdarm von 30 Saanenziegen

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite
Wanddicke Duodenum, Pars cranialis (cm)	0.18 ± 0.02	0.15 – 0.21
Mittlerer Dünndarmdurchmesser (cm)	1.2 ± 0.19	0.8 – 1.7
Mittlerer Spiralkolondurchmesser (cm)	1.4 ± 0.23	1.1 – 2.0
Mittlere Spiralkolonwanddicke (cm)	0.2 ± 0.04	0.1 – 0.3
Maximaler Zäkumdurchmesser (cm)	6.1 ± 1.25	3.9 – 9.2
Wanddicke Zäkum (cm)	0.3 ± 0.08	0.2 – 0.5

Der Durchmesser des Dünndarms zeigte an den drei verschiedenen Messpunkten jeweils keine nennenswerten Unterschiede. Dasselbe galt für die an den 3 Stellen der Kolonscheibe ermittelten Durchmesser.

Leber

Die Beschreibung der Ausdehnung der Leber und die Messungen an der Leber sowie der Gallenblase beschränkten sich auf 25 Tiere. Fünf weitere Ziegen wurden für die Erhebung von Normalwerten ausgeschlossen, da sie bei der kotparasitologischen, sonographischen (Steininger, 2009), computertomographischen oder

pathologisch-anatomischen Untersuchung abnorme, für eine Lebererkrankung sprechende Befunde aufwiesen.

Topographie

Die Leber konnte zwischen dem 5. Brustwirbel und dem 1. Lendenwirbel dargestellt werden (Abb. 26). Zwischen dem 9. und dem 12. Brustwirbel war sie bei allen Ziegen zu sehen. Sie konnte über 7.4 Wirbelkörperlängen (7.4 ± 0.77 Wirbelkörperlängen) hinweg verfolgt werden.

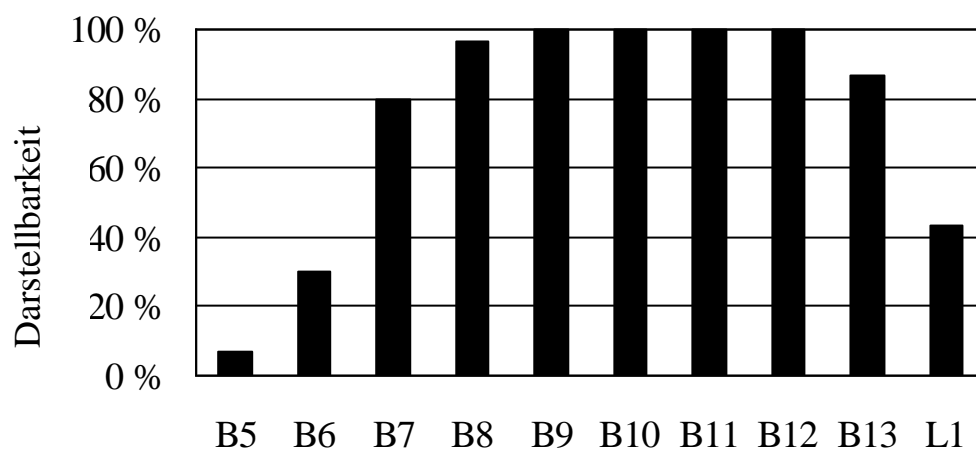


Abb. 26: Darstellbarkeit der Leber in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule. B5 bis B9 Brustwirbel 5 bis 9, L1 Lendenwirbel 1

Die Leber (1) war aufgrund ihres Kontrasts zur dorsal des Zwerchfells gelegenen Lunge (10) als auch zur Gas enthaltenden Ingesta des Gastrointestinaltrakts in allen Ebenen gut darstellbar. Die transversale Ebene liess erkennen, dass sich die Position der Leber unter dem Einfluss der Vormägen auf die rechte Seite des Abdomens beschränkte (Abb. 27 A). In der sagittalen Ebene war die Einbettung der rechten Niere (7) in die Impressio renalis der Leber am besten zu sehen (Abb. 27 B), zudem konnte in dieser und in der dorsalen Ebene ihre kraniokaudale Ausdehnung am besten beurteilt werden (Abb. 27 B, C). Durch die Gallenblase (5) war ansatzweise eine Differenzierung zwischen dem rechtem Leberlappen und dem

Lobus quadratus möglich. Die Lebergefäße waren bei keiner Ziege darstellbar.

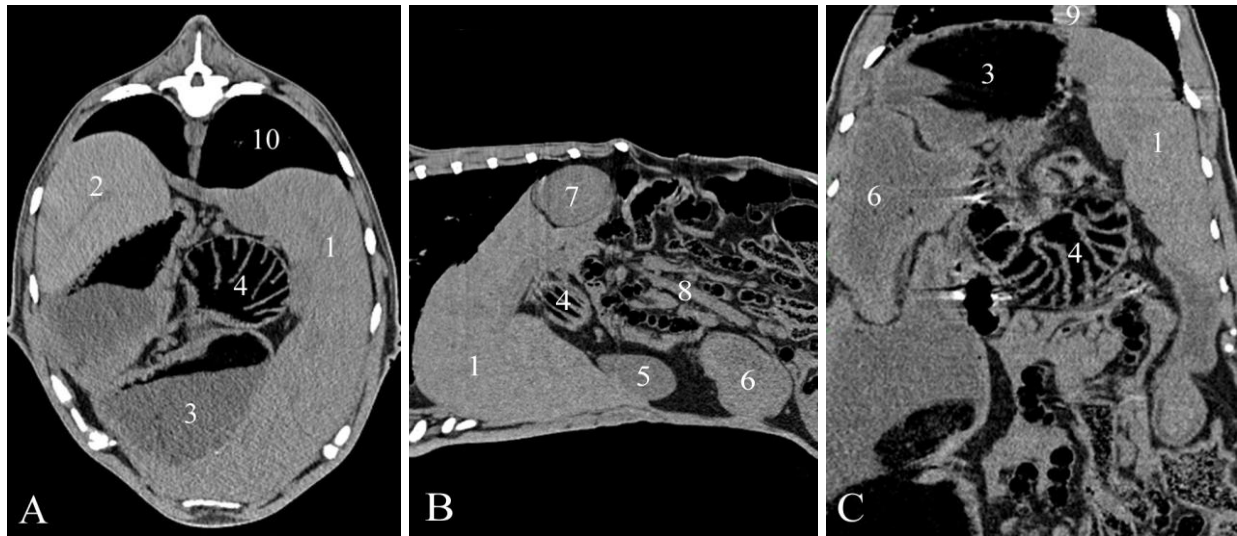


Abb. 27: CT-Befunde an der Leber einer 3.5-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des 11. Brustwirbels (A), in der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der rechten Niere (B) und der dorsalen Ebene auf Höhe des Labmagens (C). 1 Hepar, 2 Lien, 3 Reticulum, 4 Psalter, 5 Vesica fellea, 6 Abomasum, 7 Ren dexter, 8 V. portae, 9 V. cava caudalis, 10 Lobus pulmonis dexter

Messungen

Die kraniokaudale Ausdehnung der Leber lag zwischen 16.9 und 24.6 cm (20.4 ± 2.03 cm, Tab. 5). Das Lebervolumen betrug zwischen 966.7 und 1732.3 cm³ (1280.9 ± 206.19 cm³), was umgerechnet auf das Körpergewicht durchschnittlich 21.5 ± 4.03 cm³ pro kg KGW ergab. Zwischen der Leberausdehnung und dem Lebervolumen bestand eine signifikante Korrelation ($r = 0.77$, $P < 0.01$). Die Parenchymdichte der Leber lag in der Peripherie zwischen 47.2 und 76.5 HU (60.6 ± 7.92 HU) und war signifikant höher als diejenige im Zentrum der Leber ($P < 0.01$), welche zwischen 38.1 und 65.5 HU (51.7 ± 7.3 HU) lag. Zwischen der Leberdichte in der Peripherie und im Zentrum bestand eine stark positive Korrelation ($r = 0.80$, $P < 0.01$).

Tab. 5: Messungen an der Leber von 25 Ziegen

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite
Kraniokaudale Leberausdehnung (cm)	20.4 ± 2.03	16.9 – 24.6
Lebervolumen (cm ³)	1280.9 ± 206.19	966.7 – 1732.3
Parenchymdichte peripher (HU)	60.6 ± 7.92	47.2 – 76.5
Parenchymdichte zentral (HU)	51.7 ± 7.30	38.1 – 65.5

Gallenblase

Topographie

Die flüssigkeitsgefüllte Gallenblase (1) konnte bei 24 von 25 ausgewerteten Ziegen am besten in der transversalen Ebene als rundlich-birnenförmige, gut abgrenzbare Struktur dargestellt werden, die die Lebergrenze (7) nach kaudoventral leicht überragte (Abb. 28 A, B, C). Bei einer Ziege war sie in keiner der drei Ebenen zu sehen.

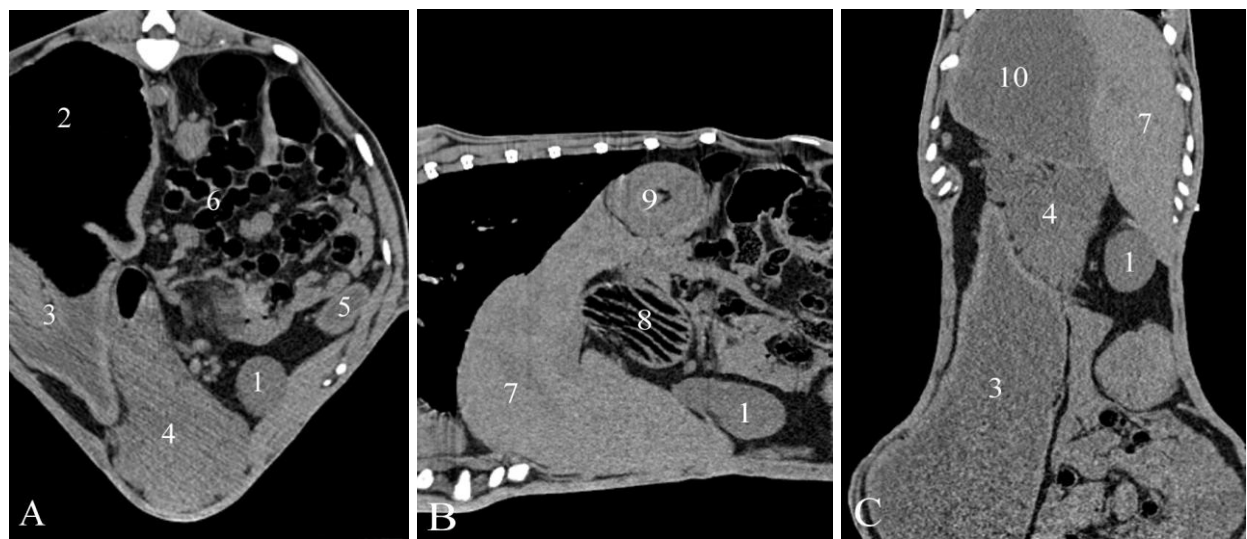


Abb. 28: CT-Befunde an der Gallenblase einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des Labmagens (A), der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der rechten Niere (B) und der dorsalen Ebene auf Höhe der ventralen Lebergrenze (C). 1 Vesica fellea, 2 Saccus ruminis dorsalis, 3 Saccus ruminis ventralis, 4 Abomasum, 5 Duodenum, 6 Ansa spiralis coli, 7 Hepar, 8 Psalter, 9 Ren dexter, 10 Reticulum

Messungen

Die Gallenblase wies eine Länge von 3.9 bis 9.3 cm (6.9 ± 1.23 cm) und eine Breite von 2.1 bis 4.4 cm (3.4 ± 0.61 cm) auf (Tab. 6). Zwischen Länge und Breite der Gallenblase bestand eine signifikante Korrelation ($r = 0.66$, $P < 0.01$). Die Dichte des Gallenblaseninhalts lag im dorsalen Drittel zwischen 2.2 und 35.8 HU (17.2 ± 6.95 HU). Im ventralen Drittel war die Dichte signifikant höher ($P < 0.01$) und schwankte zwischen 10.5 und 46.1 HU (28.3 ± 7.3 HU). Zwischen den beiden Dichten bestand eine signifikante Korrelation ($r = 0.55$, $P < 0.01$). Bei keiner Ziege war auf dem CT-Bild eine Sedimentbildung zu sehen.

Tab. 6: Messungen an der Gallenblase von 25 Ziegen

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite
Gallenblasenlänge (cm)	6.9 ± 1.23	3.9 – 9.3
Gallenblasenbreite (cm)	3.4 ± 0.61	2.1 – 4.4
Gallendichte dorsal (HU)	17.2 ± 6.95	2.2 – 35.8
Gallendichte ventral (HU)	28.3 ± 7.3	10.5 – 46.1

Milz

Topographie

Die Milz konnte zwischen dem 8. Brustwirbel und dem 2. Lendenwirbel dargestellt werden (Abb. 29). Zwischen dem 10. und dem 13. Brustwirbel war sie bei allen Ziegen zu sehen. Sie konnte über 5.5 Wirbelkörperlängen (5.5 ± 0.93 Wirbelkörperlängen) verfolgt werden. In der transversalen Ebene stellte sich die Milz (1) als spitzwinkliges Dreieck mit abgerundeten Ecken dar, das linksseitig dem Pansenvorhof (3) bzw. dem dorsalen Pansensack (8) auflag (Abb. 30 A). In dieser Ebene konnte ihre maximale Höhe (dorsoventrale Ausdehnung) dargestellt werden. Auch in der sagittalen und der dorsalen Ebene war sie, als rundlich-trapezförmige Struktur zwischen Diaphragma und Pansen eingebettet, immer deutlich von den umliegenden Organen zu unterscheiden (Abb. 30 B, C).

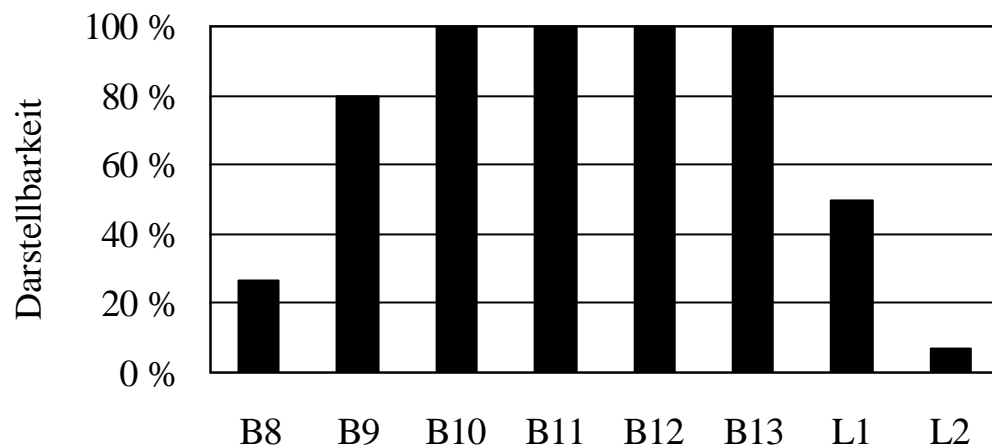


Abb. 29: Darstellbarkeit der Milz in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule. B8 bis B13 Brustwirbel 8 bis 13, L1 und L2 Lendenwirbel 1 und 2

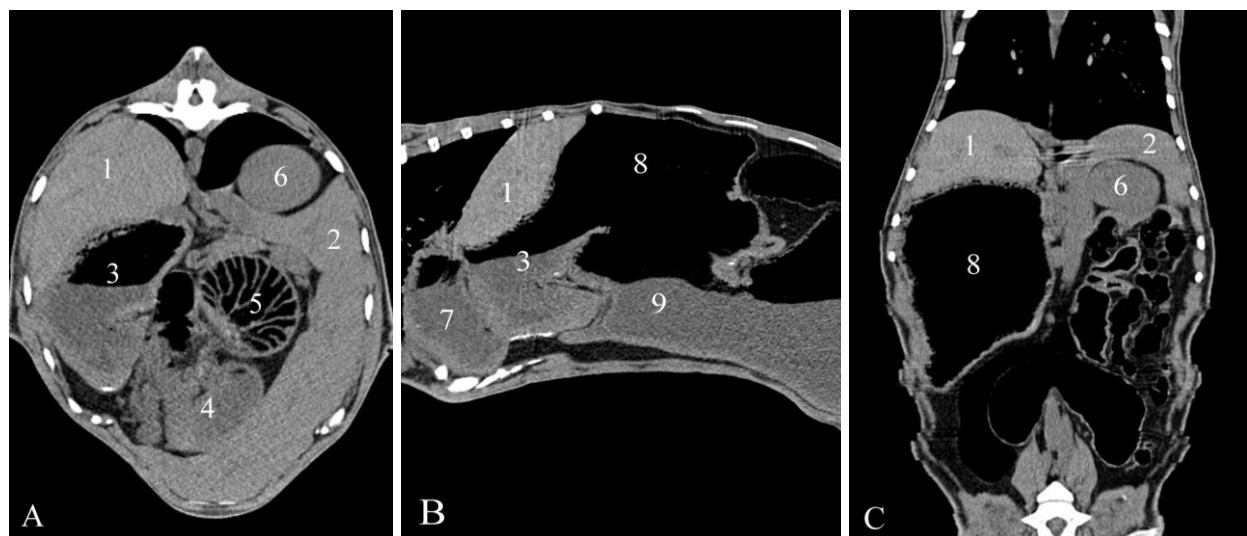


Abb. 30: CT-Befunde an der Milz einer 3.5-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des 12. Brustwirbels (A), der linkssagittalen Ebene auf Höhe der linken Lunge (B) und der dorsalen Ebene auf Höhe der rechten Niere (C). 1 Lien, 2 Hepar, 3 Atrium ruminis, 4 Abomasum, 5 Psalter, 6 Ren dexter, 7 Reticulum, 8 Saccus ruminis dorsalis, 9 Saccus ruminis ventralis

Messungen

Die maximale Höhe (dorsoventrale Ausdehnung) der Milz lag zwischen 5.5 und 10.2 cm (7.2 ± 1.14 cm, Tab. 7). Das Volumen der Milz betrug zwischen 221.9 und 1448.2 cm³ (613.5 ± 285.19 cm³). Zwischen der Höhe und dem Volumen der Milz bestand eine stark positive Korrelation ($r = 0.82$, $P < 0.01$). Zudem war das Volumen der Milz mittelgradig positiv mit dem Körpergewicht der Ziegen korreliert ($r = 0.51$, $P < 0.01$). Die Parenchymdichte der Milz lag in der Peripherie zwischen 49.7 und 81.5 HU (70.7 ± 8.54 HU) und war signifikant höher als diejenige im Zentrum der Milz ($P < 0.01$), wo sie 32.4 bis 77.8 HU (62.4 ± 9.46 HU) betrug. Zwischen der Milzdichte in der Peripherie und im Zentrum bestand eine positive Korrelation ($r = 0.61$, $P < 0.01$). Eine vergleichbare Korrelation bestand zwischen der Milzdichte in der Peripherie und dem Hämatokrit ($r = 0.62$, $P < 0.01$). Das Gleiche galt für die Beziehung der peripheren Milzdichte und dem Milzvolumen ($r = 0.43$, $P < 0.05$).

Tab. 7: Messungen an der Milz von 30 Ziegen

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite
Milzhöhe (cm)	7.2 ± 1.14	5.5 – 10.2
Milzvolumen (cm ³)	613.5 ± 285.19	221.9 – 1448.2
Parenchymdichte peripher (HU)	70.7 ± 8.54	49.7 – 81.5
Parenchymdichte zentral (HU)	62.4 ± 9.46	32.4 – 77.8

Harn- und Geschlechtsapparat

Nieren

Die Vermessung des Harnapparates beschränkte sich auf 28 Tiere, da bei zwei der Ziegen in den übrigen Untersuchungen (sonographische, computertomographische, pathologisch-anatomische Untersuchung) abnorme Befunde an den Nieren festgestellt worden waren und sie deshalb von der Auswertung ausgeschlossen wurden. Durch den Kontrast zum perirenal Fettgewebe und die typische Form der Nieren waren diese bei allen Ziegen leicht zu erkennen.

Topographie

Linke Niere

Die linke Niere konnte zwischen dem 1. und dem 5. Lendenwirbel dargestellt werden (Abb. 31 A). Auf der Höhe des 3. Lendenwirbelkörpers war sie bei 27 Ziegen zu sehen. Sie konnte über 2.9 Wirbelkörperlängen (2.9 ± 0.31 Wirbelkörperlängen) verfolgt werden. Die linke Niere (1) lag etwas kaudal der rechten und wurde durch den dorsalen Pansensack (2) in Richtung Medianebene bzw. ebenfalls auf die rechte Seite des Abdomens verschoben. In der transversalen Ebene war ihre intraabdominale Position sowie ihre Nachbarschaft zum Pansen gut zu sehen (Abb. 32 A). In der sagittalen Ebene waren die Lageverhältnisse der linken Niere in Bezug auf die Aorta abdominalis (5) und die V. cava caudalis und die Ermittlung ihrer Länge und Breite am besten ersichtlich (Abb. 32 B). In der dorsalen Ebene war die Verdrängung der linken Niere durch den Pansen gut zu sehen (Abb. 32 C).

Rechte Niere

Die rechte Niere konnte zwischen dem 11. Brustwirbel und dem 4. Lendenwirbel dargestellt werden (Abb. 31 B). Zwischen dem 13. Brustwirbel und dem 1. Lendenwirbel war sie bei 27 Ziegen zu sehen. Sie konnte über 2.9 Wirbelkörperlängen (2.9 ± 0.51 Wirbelkörperlängen) verfolgt werden. Die rechte Niere (1) befand sich stets rechts der Medianebene und in engem Kontakt zum Lobus caudatus der Leber (7). In der Transversalebene konnte ihre Lage im perirenal Fett und ihr topographisches Verhältnis zu den umgebenden Strukturen wie z. B. dem Pankreas (6) gut nachvollzogen werden (Abb. 33 A). In der sagittalen Ebene konnte ihre Einbettung in die Impressio renalis der Leber (Abb. 33 B) dargestellt werden. Die dorsale Ebene liess ihre Lage in Bezug auf die grossen Bauchgefässe und die Einmündung der A. und V. renalis (10) in ihr Nierenbecken erkennen (Abb. 33 C).

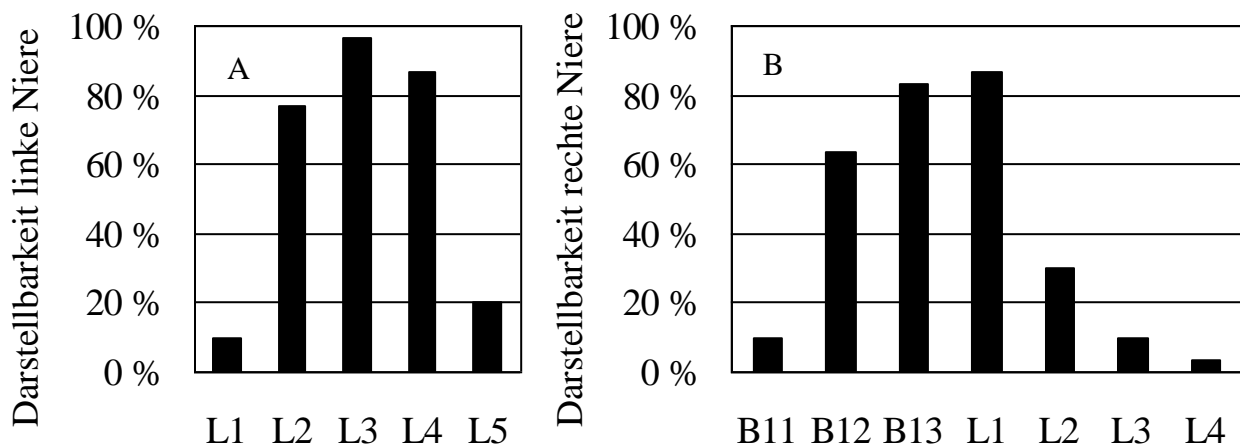


Abb. 31: Darstellbarkeit der Nieren in Bezug auf die Lenden- und Brustwirbelsäule. L1 bis L5 Lendenwirbel 1 bis 5, B11 bis B13 Brustwirbel 11 bis 13.

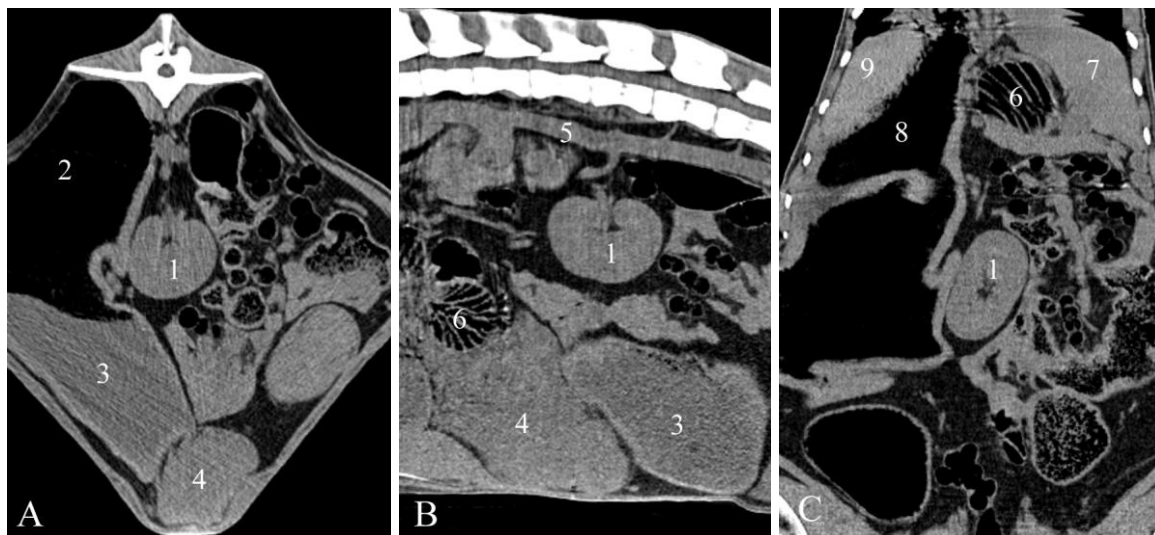


Abb. 32: CT-Befunde an der linken Niere bei einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts: Linke Niere in der transversalen Ebene auf Höhe des zweiten Lendenwirbels (A), in der sagittalen Ebene (B) und in der dorsalen Ebene auf Höhe der Milz (C). 1 Ren sinister, 2 Saccus dorsalis ruminis, 3 Saccus ventralis ruminis, 4 Abomasum, 5 Aorta, 6 Psalter, 7 Hepar, 8 Atrium ruminis, 9 Lien

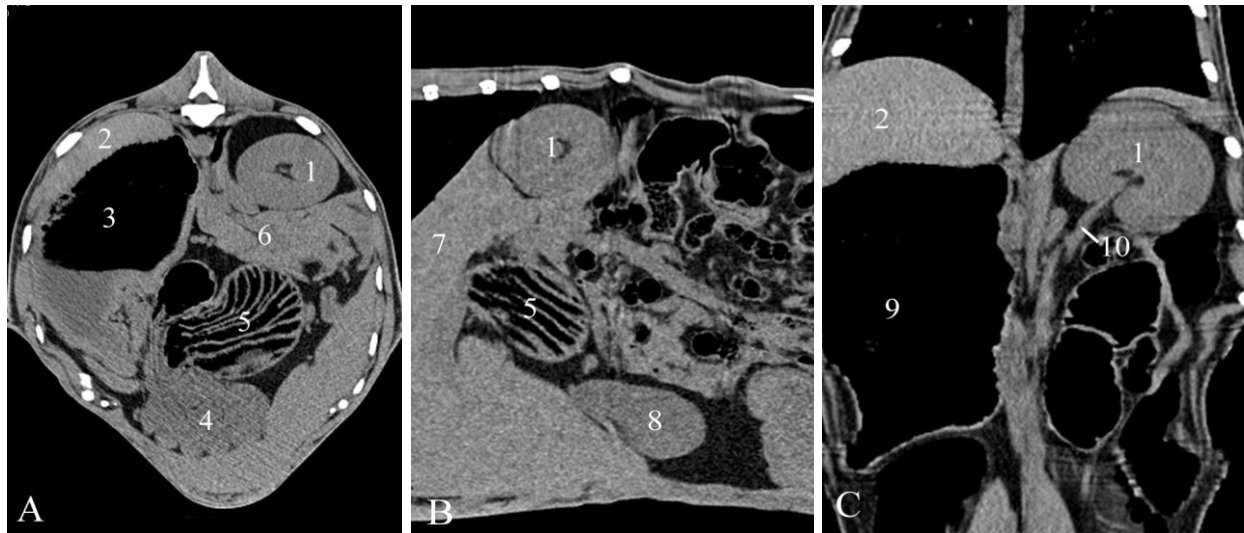


Abb. 33: CT-Befunde an der rechten Niere einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts: Transversale Ebene auf Höhe des 12. Brustwirbels (A), rechtssagittale Ebene auf Höhe der Impressio renalis der Leber (B) und dorsale Ebene auf Höhe der Nierengefäße (C). 1 Ren dexter, 2 Lien, 3 Atrium ruminis, 4 Abomasum, 5 Psalter, 6 Pancreas, 7 Hepar, 8 Vesica fellea, 9 Saccus ruminis dorsalis, 10 A. bzw. V. renalis

Messungen

Linke Niere

Die linke Niere war 7.7 bis 11.1 cm (9.3 ± 0.81 cm) lang und 4.2 bis 5.9 cm (5.0 ± 0.42 cm) breit (Tab. 8). Ihr Volumen lag zwischen 100.6 und 226.2 cm³ (154.9 ± 31.65 cm³) und ihre Dichte zwischen 22.3 und 39.4 HU (29.6 ± 4.37 HU). Zwischen Nierenlänge und Nierenbreite bestand eine mittelgradig positive Korrelation ($r = 0.56$, $P < 0.01$). Ebenso bestanden jeweils stark positive Korrelationen zwischen Nierenlänge bzw. Nierenbreite und Nierenvolumen ($r = 0.85$ bzw. 0.67 , $P < 0.01$). Das Verhältnis der Länge der linken Niere zur Länge des zweiten Lendenwirbelkörpers lag zwischen 1.8 und 2.9 (2.2 ± 0.24).

Rechte Niere

Die rechte Niere war 6.8 bis 11.1 cm (8.4 ± 0.89 cm) lang und 4.1 bis 5.9 cm (5.2

± 0.47 cm) breit (Tab. 8). Ihr Volumen lag zwischen 96.2 und 215.4 cm³ (142.3 ± 28.32 cm³), ihre Dichte zwischen 18.5 und 39.5 HU (29.6 ± 4.61 HU). Positive Korrelationen bestanden zwischen Nierenlänge bzw. Nierenbreite und Nierenvolumen ($r = 0.78$ bzw. 0.42 , $P < 0.01$ bzw. 0.05). Das Verhältnis der Nierenlänge zur Länge des zweiten Lendenwirbelkörpers lag zwischen 1.4 und 2.5 (1.9 ± 0.2). Beim Vergleich der linken mit der rechten Niere zeigte es sich, dass jeweils positive Korrelationen in Bezug auf Länge ($r = 0.71$, $P < 0.01$), Breite ($r = 0.49$, $P < 0.01$), Dichte ($r = 0.81$, $P < 0.01$) und Volumen ($r = 0.91$, $P < 0.01$) bestanden.

Tab. 8: Messungen an den Nieren von 28 Ziegen

Parameter	Nieren ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)		Differenz Links/Rechts
	Links	Rechts	
Nierenlänge (cm)	9.3 ± 0.81 (7.7 – 11.1)	8.4 ± 0.89 (6.8 – 11.1)	**
Nierenbreite (cm)	5.0 ± 0.42 (4.2 – 5.9)	5.2 ± 0.47 (4.1 – 5.9)	NS
Nierenvolumen (cm ³)	154.9 ± 31.65 (100.6 – 226.2)	142.3 ± 28.32 (96.2 – 215.4)	**
Parenchym- dichte (HU)	29.6 ± 4.37 (22.3 – 39.4)	29.6 ± 4.61 (18.5 – 39.5)	NS
Verhältnis Niere/2. LW	2.2 ± 0.24 (1.8 – 2.9)	1.9 ± 0.2 (1.4 – 2.5)	**

** $P < 0.01$, gepaarter t-Test

NS Nicht signifikant

Ureteren

Topographie

Beide Ureteren (1a, b) waren bei 27 von 28 Ziegen am besten in der dorsalen Ebene darstellbar (Abb. 34 A, B, C). In der transversalen und sagittalen Ebene waren sie weniger gut zu sehen. Ihr Ursprung auf Höhe der Nieren (2, 4) sowie ihr abdominaler Teil konnten immer identifiziert werden. Meist war es auch möglich,

ihren Verlauf bis zur Harnblase (7) hin zu verfolgen. Jedoch waren ihre Einmündungen in die Harnblase nicht sicher nachvollziehbar.

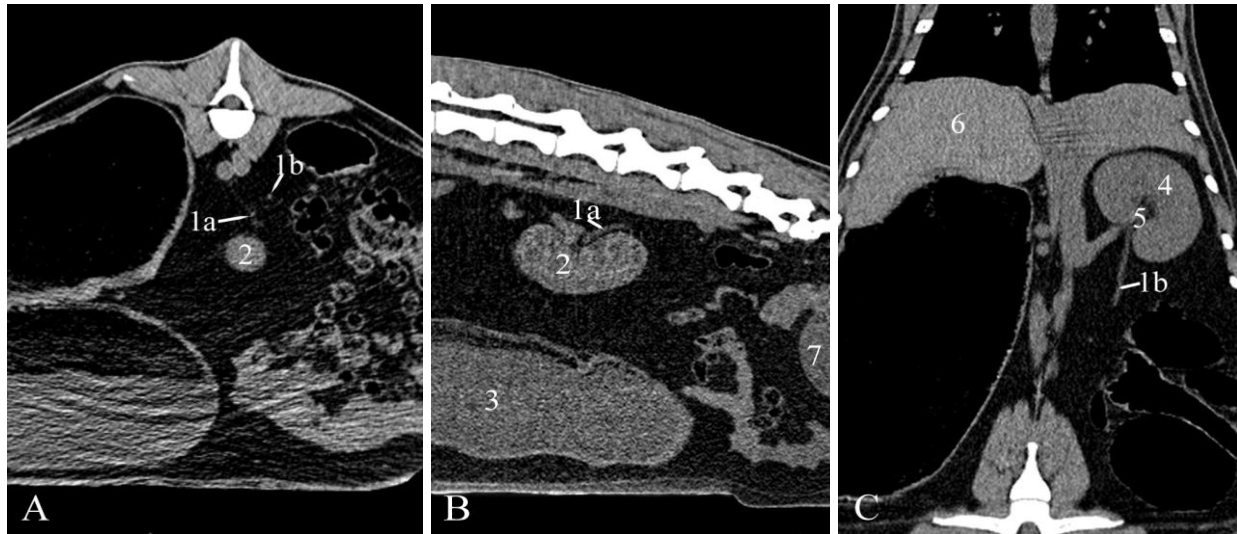


Abb. 34: CT-Befunde an den Ureteren einer 3-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts Darstellung beider Ureteren in der transversalen Ebene auf Höhe des kaudalen Pols der linken Niere (A) sowie des linken Ureters parasagittal (B) und des rechten Ureters dorsal (C) bei deren Austritt aus den Nieren. 1a Ureter sinister, 1b Ureter dexter, 2 Ren sinister, 3 Saccus ruminis ventralis, 4 Ren dexter, 5 Hilus renalis, 6 Lien, 7 Vesica urinaria

Messungen

Der maximale Durchmesser des rechten Ureters war mit 0.13 bis 0.34 cm (0.2 ± 0.04 cm) ähnlich gross wie derjenige des linken mit 0.16 bis 0.37 cm (0.2 ± 0.05 cm). Zwischen den Durchmessern der beiden Ureteren bestand eine positive Korrelation mittleren Ausmasses ($r = 0.59$; $P < 0.01$).

Harnblase

Topographie

Die Harnblase (1) konnte bei allen Ziegen auf Höhe des Sakrums identifiziert werden, bei einem Tier war sie schon auf Höhe des 6. Lendenwirbels zu erkennen (Abb. 35 A, B, C). Sie lag dem Beckenboden (4) in der Form eines länglichen,

rundlichen Gebildes auf oder überragte in einigen Fällen auch dessen kranialen Rand und zog nach ventral.

Messungen

Der Abstand des Urachusnabels zum kranialen Rand des Beckenbodens in der sagittalen Ebene betrug zwischen 0.9 und 10.9 cm (5.9 ± 3.12 cm). Die Dichte des Harnblaseninhalts variierte mit -16.4 bis 69.4 HU (10.54 ± 18.05 HU) sehr stark.

Uterus und Ovarien

Topographie

In der transversalen und der sagittalen Ebene konnte der Uterus (2), der Harnblase aufliegend, bei allen Ziegen auf Höhe des Sakrums und bei 7 Tieren bereits auf Höhe des 6. Lendenwirbels dargestellt werden (Abb. 35 A, B). Dabei erreichte der Uterus entweder den kranialen Rand des Beckenbodens nicht, oder aber er überragte diesen, um über die Harnblase hinweg nach ventral ins Abdomen zu ziehen.

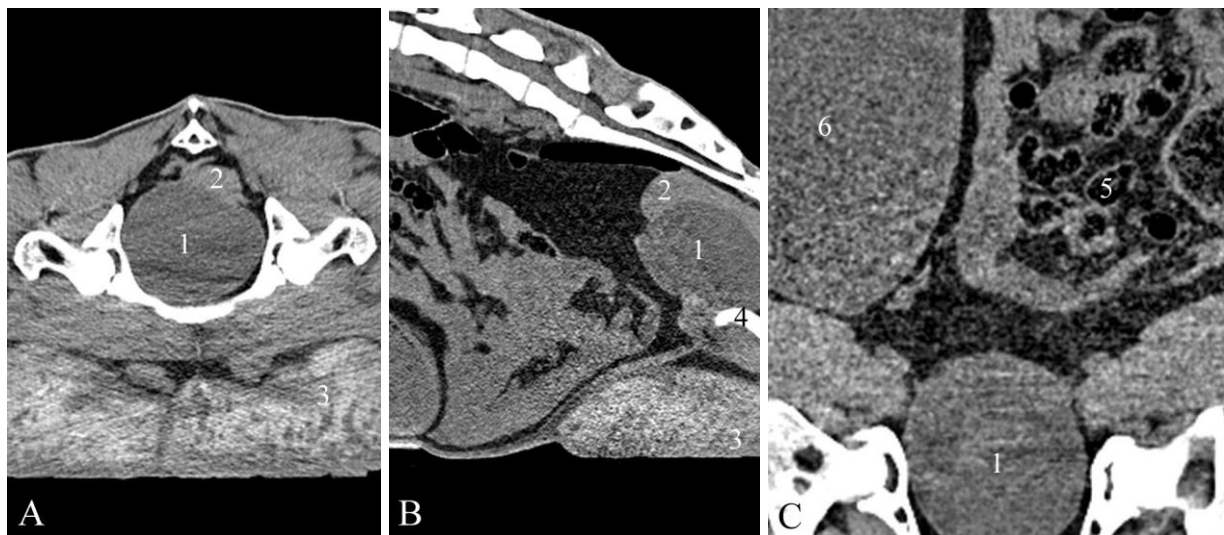


Abb. 35: CT-Befunde an Harnblase und Uterus einer 3.5-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts Harnblase und aufliegender Uterus in transversaler (A) und sagittaler Ebene (B), Harnblase in der dorsalen Ebene (C). 1 Vesica urinaria, 2 Uterus, 3 Mamma, 4 Os coxae, 5 Ansa spiralis coli, 6 Saccus caecus caudoventralis ruminis

Die beiden Ovarien konnten beidseits nur bei 3 von 30 Ziegen und unter Vorbehalt identifiziert werden, bei den übrigen Tieren war keine Unterscheidung der Ovarien vom Uterus oder dessen Gekröse möglich.

Nebennieren

Die rechte Nebenniere (1a) konnte bei 28 von 30 Tieren identifiziert werden und befand sich bei allen Ziegen kраниomedial der rechten Niere (2) und kaudal der Leber nahe der Aorta abdominalis (4) und der V. cava caudalis (5) (Abb. 36 A). Die linke Nebenniere (1b) war bei 25 der 30 Ziegen sicher zu erkennen und neben der V. cava caudalis an der Einmündung der linken V. renalis zu finden (Abb. 36 B, C). Die Form der Nebennieren variierte dabei von rundlich bis bohnenförmig.

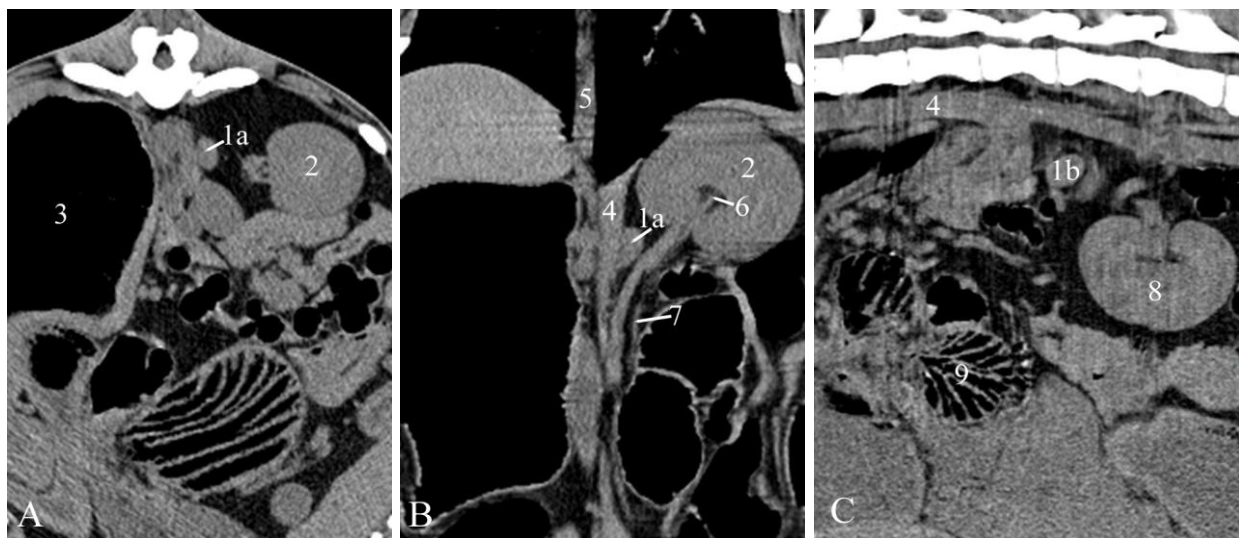


Abb. 36: CT-Befunde an den Nebennieren einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts: Rechte Nebenniere in der transversalen (A) und dorsalen Ebene (B), linke Nebenniere in der sagittalen Ebene (C). 1a Glandula adrenalis dextra, 1b Glandula adrenalis sinistra, 2 Ren dexter, 3 Atrium ruminis, 4 Aorta, 5 V. cava caudalis, 6 Hilus renalis, 7 Ureter dexter, 8 Ren sinister, 9 Psalter

Messungen

Die rechte Nebenniere war zwischen 1.3 und 2.1 cm (1.7 ± 0.24 cm) lang und 0.7

bis 1.3 cm (0.9 ± 0.15 cm) breit. Die Länge der linken Nebenniere betrug 1.0 bis 3.3 cm (1.9 ± 0.5 cm) und ihre Breite 0.5 bis 1.4 cm (0.9 ± 0.21 cm). Länge und Breite der rechten Nebenniere sowie Länge und Breite der linken Nebenniere wiesen jeweils mittelgradig positive Korrelationen auf ($r = 0.49$ bzw. 0.64 , $P < 0.01$). Im Seitenvergleich war jedoch kein signifikanter Grössenunterschied zwischen der rechten und der linken Nebenniere feststellbar.

Pankreas

Das Pankreas (1) war bei 29 von 30 Tieren relativ gut zu identifizieren. Es war in der transversalen Ebene als dreieckige Struktur rechts neben dem Pansenvorhof (5) bzw. dem dorsalen Pansensack (11) und der Milz (4) bzw. links neben der Leber (3), dem Duodenum und dem Psalter (6) darstellbar (Abb. 37 A - C), wobei an seiner Dorsalfläche meist auch die V. portae erkannt werden konnte. Seine maximale dorsoventrale Dicke betrug 1.7 bis 3.6 cm (2.5 ± 0.43 cm).

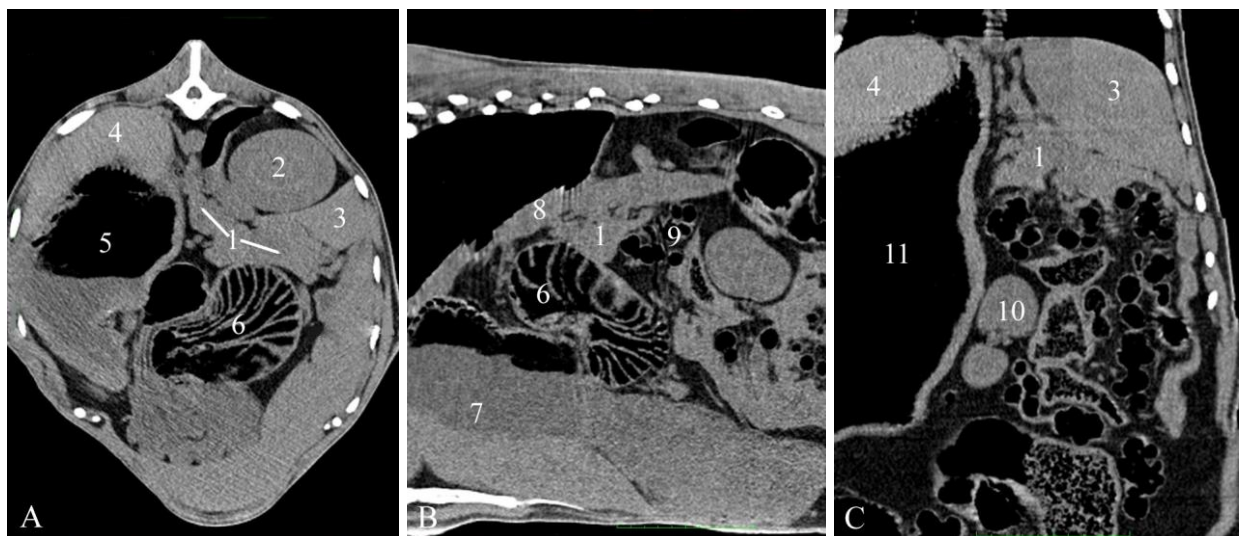


Abb. 37: CT-Befunde am Pankreas einer 4-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf der Höhe des 12. Brustwirbels (A), der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der V. cava caudalis (B) und der dorsalen Ebene auf Höhe der linken Niere (C). 1 Pankreas, 2 Ren dexter, 3 Hepar, 4 Lien, 5 Atrium ruminis, 6 Psalter, 7 Reticulum, 8 V. cava caudalis, 9 Ansa spiralis coli, 10 Ren sinister, 11 Saccus ruminis dorsalis

Gefässe und Lymphknoten

Topographie

Für die Darstellung der Gefässe war die sagittale Ebene besser geeignet als die transversale Ebene. In ihr konnte der Verlauf der Aorta (Abb. 38 A) und der V. cava caudalis (Abb. 38 B) am besten in der Medianebene bzw. leicht rechtssagittal und derjenige der V. portae (Abb. 38 C) am besten rechtssagittal dargestellt werden.

Die Aorta abdominalis (1) war auf ihrer ganzen Länge vom Hiatus aorticus bis zu ihrer Aufzweigung auf Höhe der letzten Lendenwirbel gut zu sehen. Sie verlief nahe und parallel zur Wirbelsäule nach kaudal, wobei ihre Abflüsse und dabei besonders der Abgang der Nierengefässe bei allen Tieren nachvollzogen werden konnten.

Auch die V. cava caudalis (6) und die V. portae (11) konnten stets identifiziert werden. Die V. cava caudalis verlief dabei rechts der Aorta nahe der Wirbelsäule nach kranial und trat schliesslich nach ventral an die Leber (8).

Die V. portae konnte auf einer kurzen Strecke zwischen dem Darmkonvolut und der Leber dargestellt werden.

Die Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale (12) waren bei 29 von 30 Ziegen insgesamt gut sichtbar, aber als Einzellymphknoten nicht sicher zuzuordnen. Sie befanden sich auf Höhe der Aortenaufzweigung und waren am besten in der dorsalen Ebene darstellbar (Abb. 38 D).

Die übrigen Gefässe und Lymphknoten des Abdomens waren bei den 30 Ziegen nicht sicher differenzierbar.



Abb. 38: CT-Befunde an den Gefäßen einer 4.5-jährigen Saanenziege im Weichteilfenster. Von links nach rechts Aorta (A), V. cava caudalis (B) und V. portae (C) in der sagittalen bzw. rechtssagittalen Ebene, Lymphknoten des Lc. iliosacrale in der Dorsalebene auf Höhe der Aortenaufzweigung (D). 1 Aorta, 2 Oesophagus, 3 Ren sinister, 4 Reticulum, 5 Abomasum, 6 V. cava caudalis, 7 Psalter, 8 Hepar, 9 Ren dexter, 10 Vesica fellea, 11 V. portae, 12 Lymphonodi, 13 Os sacrum

Messungen

Die Aorta abdominalis wies einen maximalen Durchmesser von 1.1 bis 1.9 cm (1.3 ± 0.19 cm) auf (Tab. 9), ihr Abstand zur Lendenwirbelsäule betrug zwischen 0.5 und 1.9 cm (1.1 ± 0.34 cm). Der maximale Durchmesser der V. cava caudalis lag am ersten Messpunkt auf Höhe des Zwerchfells bei 0.9 bis 3.6 cm (1.8 ± 0.55

cm) und am zweiten Messpunkt im Abdomen bei 0.7 bis 2.2 cm (1.1 ± 0.34 cm, Tab. 9). Die Länge der darstellbaren Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale an der Aortenaufteilung betrug 0.7 bis 2.2 cm (1.2 ± 0.31 cm) und ihre Breite zwischen 0.4 und 1.1 cm (0.7 ± 0.14 cm, Tab. 9).

Tab. 9: Messungen an Gefäßen und Lymphknoten von 30 Ziegen

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite
Maximaler Aortendurchmesser (cm)	1.3 ± 0.19	1.1 – 1.9
Abstand Aorta zur LWS (cm)	1.1 ± 0.34	0.5 – 1.9
Maximaler Durchmesser der V. cava caudalis, Zwerchfell (cm)	1.8 ± 0.55	0.9 – 3.6
Maximaler Durchmesser der V. cava caudalis, Abdomen (cm)	1.1 ± 0.34	0.7 – 2.2
Länge der Lymphknoten (cm)	1.2 ± 0.31	0.7 – 2.2
Breite der Lymphknoten (cm)	0.7 ± 0.14	0.4 – 1.1

LWS Lendenwirbelsäule

6.3. Vergleich der CT-Aufnahmen mit den anatomischen Schnitten

Bei der vergleichenden Gegenüberstellung der CT-Bilder mit den korrespondierenden anatomischen Schnittbildern in der transversalen Ebene wurde das Anatomiefenster in der Mitte dargestellt, linksseitig wurden das Weichteilfenster und rechtsseitig das Knochenfenster aus der CT-Abdomenstudie derselben Ziege platziert. Auf der gleichen Seite wurde jeweils in einer kleineren Abbildung die entsprechende Schnittebene in der sagittalen Darstellung angeordnet. Zudem erfolgte bei je einer Ziege ein Bildvergleich in der dorsalen sowie der sagittalen Ebene. Die Bilder der anatomischen Schnittpräparate in Abb. 39-42 und Abb. 44 entsprechen jenen einer im Rahmen des Gesamtprojekts bereits veröffentlichten Dissertation (Becker-Birck, 2009), da sich im Bereich der genannten Abbildungen die Organe und Strukturen des Thorax mit denen des Abdomens überschneiden und für beide Studien dieselbe und am besten darstellbare Ziege verwendet wurde.

6.3.1. Legende zu den Abbildungen

Knöcherne Strukturen (Grossbuchstaben):

- A Vertebra thoracica bzw. lumbalis – Brustwirbel bzw. Lendenwirbel
- B Processus spinosus vertebrae thoracicae bzw. lumbalis – Dornfortsatz des Brust- bzw. Lendenwirbels
- C Scapula – Schulterblatt
- D Caput costae – Rippenkopf
- E Costa – Rippe
- F Cartilago costalis – Rippenknorpel
- G Sternum – Brustbein
- H Processus xiphoideus bzw. Cartilago xiphoidea – Schaufelknorpel
- I Processus transversus vertebrae lumbalis – Querfortsatz des Lendenwirbels
- J Os femoris – Oberschenkelbein
- K Tibia – Schienbein
- L Os ilium – Darmbein
- M Os sacrum – Kreuzbein
- N Os coxae – Hüftbein
- O Os metatarsale tertium und quartum – Dritter und vierter Hintermittelfussknochen

Muskeln (Kleinbuchstaben):

- a M. infraspinatus – Unterer Grätenmuskel
- b M. spinalis et semispinalis thoracis et cervicis – Dornfortsatzmuskel
- c M. longus colli – Halsbeuger
- d M. longissimus thoracis – Brustkorbportion des langen Rücken-, Hals- und Kopfmuskels
- e M. subscapularis – Unterschultermuskel
- f M. intercartilaginei – Zwischenrippenmuskeln
- g M. transversus thoracis – Brustbeinmuskel
- h M. pectoralis profundus – Tiefer Brustmuskel
- i M. iliocostalis – Gemeinschaftlicher Rippenmuskel
- j M. rectus abdominis – Gerader Bauchmuskel
- k Crura diaphragmatica dextra et sinistra – Rechter und linker Zwerchfellpfeiler
- l Diaphragma, Pars sternalis – Brustbeinanteil des Zwerchfells
- m M. psoas major – Grosser Lendenmuskel
- n M. longissimus lumborum – Lendenteil des langen Rücken-, Hals- und Kopfmuskels
- o M. multifidus lumborum – Lendenteil des mehrfach gefiederten Muskels
- p M. quadratus lumborum – Quadratischer Lendenmuskel
- q M. psoas minor – Kleiner Lendenmuskel
- r M. rectus femoris – Gerader Oberschenkelmuskel

- s M. quadriceps femoris, M. vastus lateralis – Laterale Portion des vierköpfi-
gen Oberschenkelmuskels
- t M. quadriceps femoris, M. vastus medialis – Mediale Portion des vierköpfi-
gen Oberschenkelmuskels
- u M. obliquus externus abdominis – Äusserer schräger Bauchmuskel
- v Mm. multifidi – Vielfach gefiederte Rückenmuskeln
- w M. gluteus medius – Mittlerer Gesässmuskel
- x Mm. adductores – Adduktorenmuskeln
- y M. serratus ventralis thoracis – Brustteil des ventralen gezahnten Muskels

Organe, Gefässe und Lymphknoten (Zahlen):

- 1 Oesophagus – Speiseröhre
- 2 Aorta – Grosse Körperschlagader
- 3 V. cava caudalis – Hintere Hohlvene
- 4 Apex cordis – Herzspitze
- 5 Lobi pulmones sinistri – Lappen der linken Lunge
- 6 Lobi pulmones dextri – Lappen der rechten Lunge
- 7 Bronchus lobaris – Bronchus des entsprechenden Lungenlappens
- 8 Lobus accessorius pulmonis – Akzessorischer Lungenlappen
- 9 A. et V. thoracica interna – Innere Brustkorbarterie und -vene
- 10 Ramus a. pulmonis sinistri – Ast der linken Lungenarterie
- 11 Ramus v. pulmonis sinistri – Ast der linken Lungenvene
- 12 Reticulum – Netzmagen, Haube
- 13 Hepar – Leber
 - 13a Lobus hepatis dexter – Rechter Leberlappen
 - 13b Lobus hepatis sinister – Linker Leberlappen
 - 13c Processus papillaris – Papillenförmiger Fortsatz
 - 13d Lobus caudatus – Geschwänzter Leberlappen
- 14 Ln. mediastinalis caudalis – Kaudaler Mittelfelllymphknoten
- 15 Vv. hepaticae – Lebervenen
- 16 Impressio reticularis – Haubeneindruck in der Leber
- 17 Ostium reticulo-omasicum – Hauben-Psalteröffnung
- 18 V. azygos sinistra – Linke unpaare Vene der Paarhufer
- 19 Bronchi segmentales – Segmentalbronchen innerhalb der Lungenlappen
- 20 Porta hepatis – Leberpforte
- 21 Atrium ruminis – Pansenvorhof, Schleudermagen
- 22 A. et V. epigastrica sinistra – Linke Bauchdeckenarterie bzw. -vene
- 23 Lien – Milz, Splen
- 24 Abomasum – Labmagen
- 25 Omasum – Blättermagen, Psalter
- 26 V. portae – Pfortader
- 27 V. hepatica dextra – Rechte Lebervene
- 28 Sulcus ruminoreticularis – Pansen-Haubenfurche

- 29 Vesica fellea – Gallenblase
- 30 Lnn. hepatici – Leberlymphknoten
- 31 Intraabdominales Fett
- 32 Saccus ruminis ventralis – Ventraler Pansensack
- 33 Ostium omasoabomasicum – Psalter-Labmagenöffnung
- 34 Impressio omasica – Psaltereinbuchtung in der Leber
- 35 Sulcus transversus cranialis – Vordere Pansenquerfurche
- 36 Ln. abomasalis dorsalis – Dorsaler Labmagenlymphknoten
- 37 Ductus cysticus – Gallenblasengang
- 38 Ren dexter – Rechte Niere
- 39 Jejunum bzw. Ileum – Leerdarm bzw. Hüft darm
- 40 Pankreas – Bauchspeicheldrüse
 - 40a Corpus pancreatis – Pankreasmittelstück
 - 40b Lobus pancreatis sinister – Linker Pankreasschenkel
 - 40c Lobus pancreatis dexter – Rechter Pankreasschenkel
- 41 Duodenum – Zwölffingerdarm
 - 41a Pars cranialis – Anfangsteil des Zwölffingerdarms
 - 41b Pars descendens – Absteigender Teil des Zwölffingerdarms
 - 41c Pars ascendens – Aufsteigender Teil des Zwölffingerdarms
- 42 Colon – Grimmdarm
 - 42a Ansa proximalis – Anfangsschleife des Grimmdarms
 - 42b Ansa spiralis – Grimmdarmspirale des Grimmdarms
 - 42c Ansa distalis – Endschleife des Grimmdarms
 - 42d Pars descendens – Absteigender Teil des Grimmdarms
 - 42e Colon transversum – Querkolon
- 43 Saccus ruminis dorsalis – Dorsaler Pansensack
- 44 Sulcus longitudinalis sinister et dexter – Linke und rechte Pansenlängsfurche
- 45 Hilus renalis bzw. A. et V. renalis – Nierenbucht bzw. Nierenarterie und -vene
- 46 Lnn. colici – Grimmdarmlymphknoten
- 47 Glandula adrenalis sinistra – Linke Nebenniere
- 48 Saccus caecus caudodorsalis ruminis – Dorsaler Blindsack des Pansens
- 49 Saccus caecus caudoventralis ruminis – Ventraler Blindsack des Pansens
- 50 Ren sinister – Linke Niere
- 51 Caecum – Blinddarm
- 52 Ligamentum supraspinale – Sehniges Rückenband
- 53 Ureter dexter – Rechter Harnleiter
- 54 Rectum – Mastdarm
- 55 Lnn. iliaci mediales – Mittlere Darmbeinlymphknoten
- 56 Endaufteilung von Aorta abdominalis und V. cava caudalis bzw. A. et V. iliaca externa – Äussere Darmbeinarterie und -vene
- 57 V. subcutanea abdominis – Vordere Eutervene

- 58 Vesica urinaria – Harnblase
- 59 Mamma, Corpus mammae – Euter, Über
- 60 Ligamentum suspensorium uberis – Aufhängeapparat des Euters
- 61 Uterus, Cornua uteri – Gebärmutter, Gebärmutterhörner
- 62 Medulla spinalis – Rückenmark
- 63 A. et V. pudenda interna – Innere Leistenarterie und -vene
- 64 Ln. inguinalis superficialis – Oberflächlicher Leistenlymphknoten
- 65 V. pulmonis dextra – Rechte Lungenvene
- 66 Bronchus lobaris pulmonis dexter – Lappenbronchus der rechten Lunge
- 67 Recessus ruminis – Kraniale Bucht des ventralen Pansensackes

6.3.2. Querschnittanatomie des Abdomens einer 3-jährigen Saanenziege

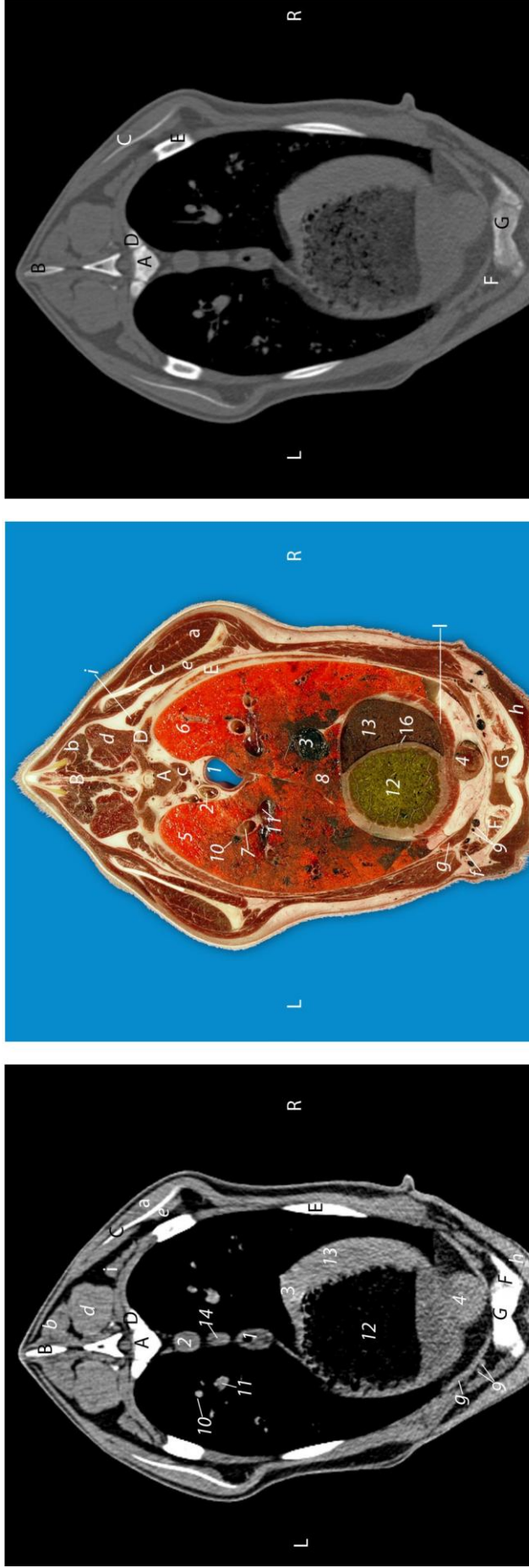


Abb. 39: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des siebten Brustwirbels

A Vertebra thoracica VII, B Processus spinosus, C Scapula, D Caput costae, E Costa, F Cartilago costalis, G Sternum

a M. infrapinatus, b M. spinalis et semispinalis thoracis et cervicis, c M. longus colli, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, f Mm. intercartilaginei, g M. transversus thoracis, h M. pectoralis profundus, i M. iliocostalis, l Diaphragma, Pars sternalis
 1 Oesophagus, 2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis, 4 Apex cordis, 5 Lobus caudalis pulmonis sinistri, 6 Lobus caudalis pulmonis dextri, 7 Bronchus lobaris, 8 Lobus accessorius pulmonis, 9 A. et V. thoracica interna, 10 Ramus a. pulmonis sinistri, 11 Ramus v. pulmonis sinistri, 12 Reticulum, 13 Hepar (Lobus hepatis sinister), 14 Ln. mediastinalis caudalis, 16 Impressio reticularis



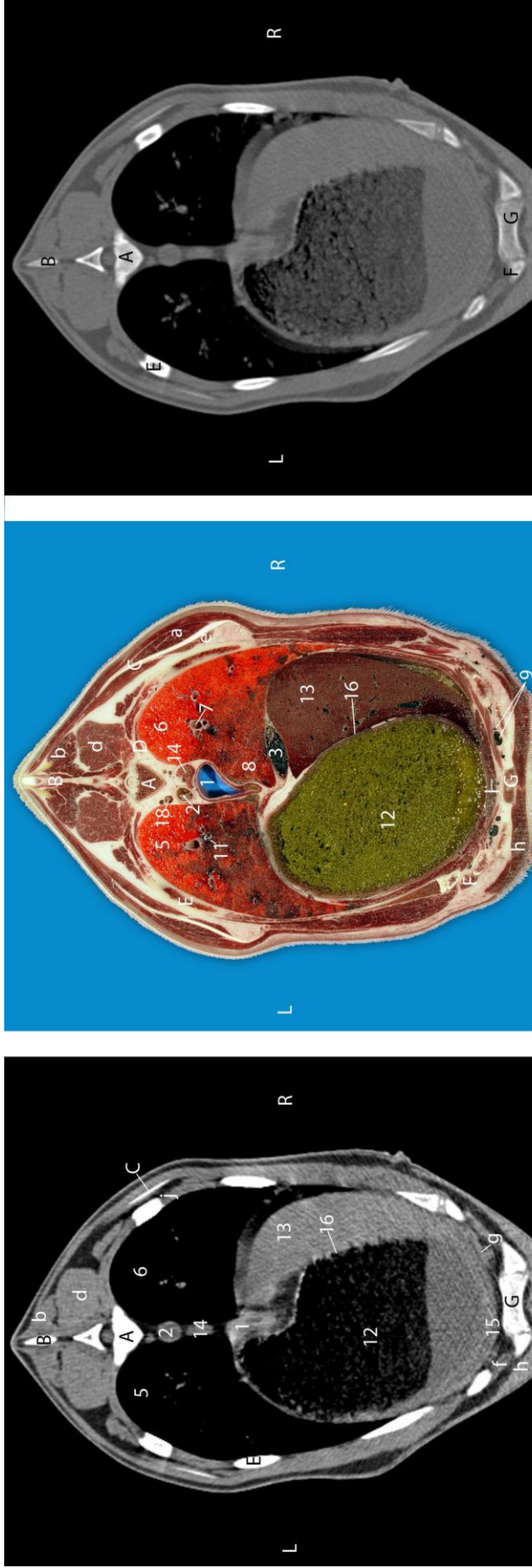


Abb. 40: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des achten Brustwirbels

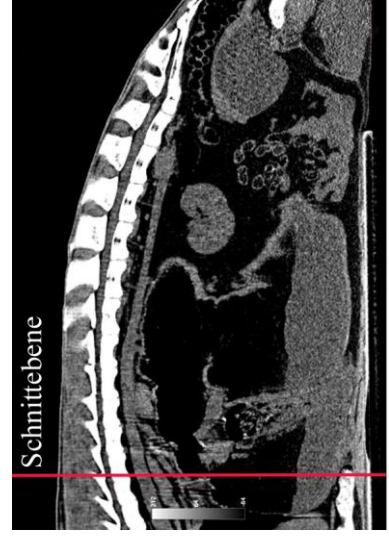
A Vertebra thoracica VIII, B Processus spinosus, C Scapula, D Caput costae, E Costa, F Cartilago costalis, G Sternum

a M. infrapinatus, b M. spinalis et semispinalis thoracis et cervicis, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, f Mm. intercartilaginei, g M. transversus thoracis, h M. pectoralis profundus, i Diaphragma, Pars sternalis

1 Oesophagus, 2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis (im Sulcus venae caevae),

5 Lobus caudalis pulmonis sinistri, 6 Lobus caudalis pulmonis dextri, 7 Bronchus lobaris, 8 Lobus accessorius pulmonis, 9 A. et V. thoracica interna,

11 Ramus v. pulmonis sinistri, 12 Reticulum, 13 Hepar (Lobus hepatis sinister), 14 Ln. mediastinalis caudalis, 16 Impressio reticularis, 18 V. azygos sinistra



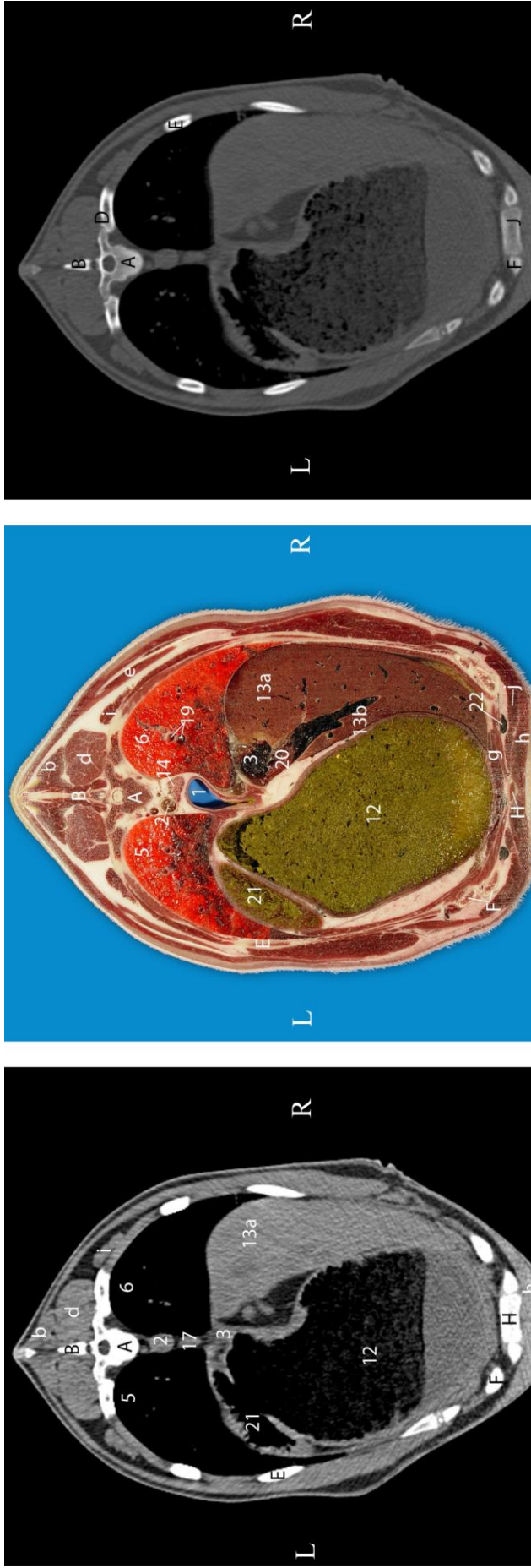


Abb. 41: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des neunten Brustwirbels

A Vertebra thoracica IX, B Processus spinosus, D Caput costae, E Costa, F Cartilago costalis, H Processus xiphoideus
 b M. spinalis et semispinalis thoracis et cervicis, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, g M. transversus thoracis, h M. pectoralis profundus, i M. iliocostalis, j M. rectus abdominis

1 Oesophagus, 2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis (an der Leberpforte),
 5 Lobus caudalis pulmonis sinister, 6 Lobus caudalis pulmonis dexter,
 12 Reticulum, 13 Hepar (13a Lobus hepatis dexter, 13b Lobus hepatis sinister),
 14 Ln. mediastinalis caudalis, 19 Bronchi segmentales, 20 Porta hepatis,
 21 Atrium ruminis, 22 V. epigastrica cranialis



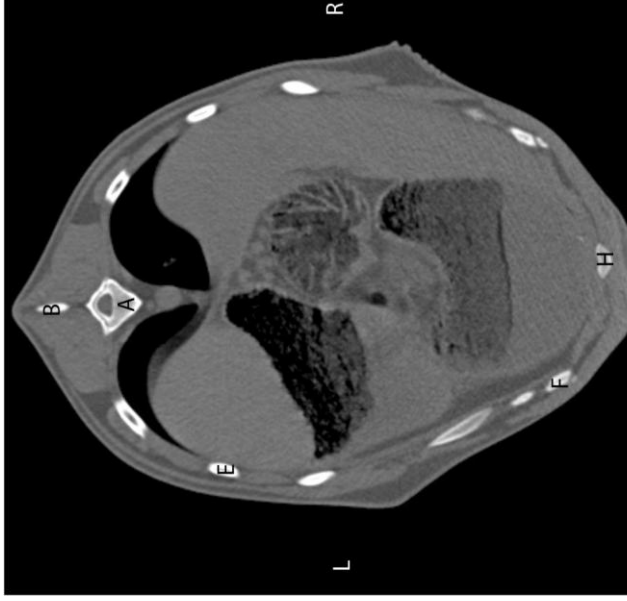


Abb. 42: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf der Höhe des 10. Brustwirbels

A Vertebra thoracica X, B Processus spinosus, E Costa, F Cartilago costalis (Arcus costalis), H Cartilago xiphoidea

b M. spinalis et semispinalis thoracis et cervicis, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, g M. transversus thoracis, h M. pectoralis profundus, i M. iliocostalis, j M. rectus abdominis, k Crura diaphragmatica dextra et sinistra, l Mm. intercostales
 2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis, 5 Lobus caudalis pulmonis sinistri, 6 Lobus caudalis pulmonis dextri, 12 Reticulum, 13 Hepar (13a Lobus hepatis dexter, 13b Lobus hepatis sinister, 13c Processus papillaris), 14 Ln. mediastinalis caudalis, 17 Ostium reticulo-omasicum, 21 Atrium ruminis, 22 V. epigastrica cranialis, 23 Lien, 24 Abomasum, 25 Omasum, 26 V. portae, 27 V. hepatica dextra, 28 Sulcus ruminoreticularis



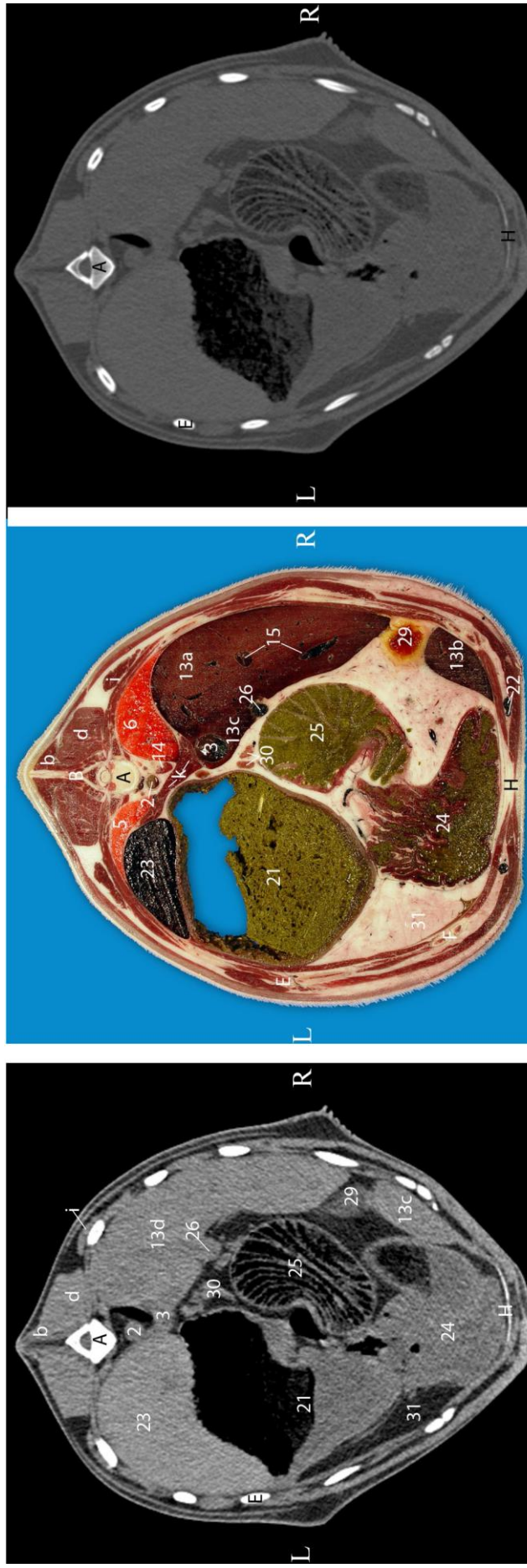


Abb. 43: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 11. Brustwirbels (kranial)

A Vertebra thoracica XI, B Processus spinosus, E Costa; F Cartilago costalis (Arcus costalis), H Cartilago xiphoidea

b M. spinalis et semispinalis thoracis et cervicis, d M. longissimus thoracis, i M. iliocostalis, k Crura diaphragmatica dextra et sinistra

2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis, 5 Lobus caudalis pulmonis sinister,

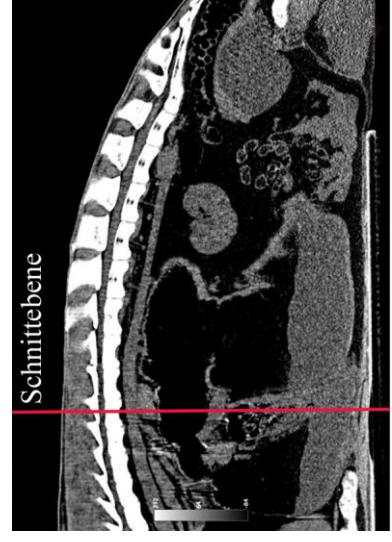
6 Lobus caudalis pulmonis dextri, 13 Hepar (13a Lobus hepatis dexter,

13b Lobus hepatis sinister, 13c Processus papillaris), 14 Ln. mediastinalis

caudalis, 15 Vv. hepaticae, 21 Atrium ruminis, 22 V. epigastrica cranialis,

23 Lien, 24 Abomasum, 25 Omasum, 26 Vena portae, 29 Vesica fellea,

30 Lnn. ruminales dextri, 31 Intraabdominales Fettgewebe



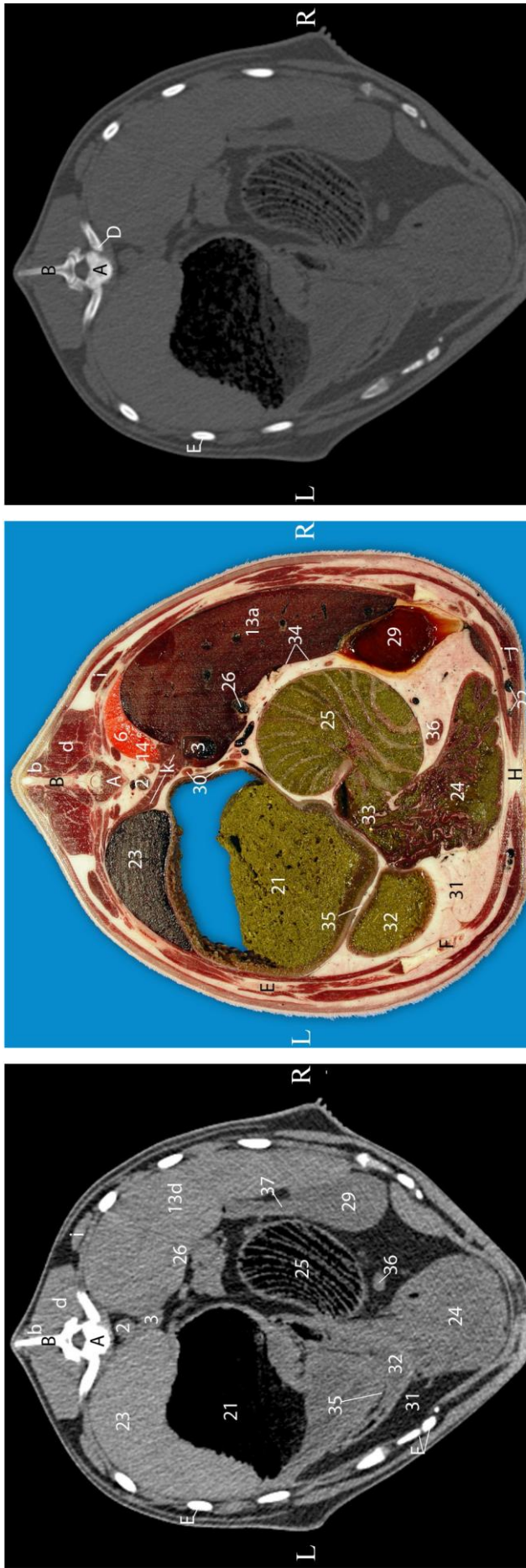


Abb. 44: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 11. Brustwirbels (kaudal)

A Vertebra thoracica XI, B Processus spinosus, D Caput costae, E Costa, F Cartilago costalis (Arcus costalis), H Cartilago xiphoidea, b M. spinalis et semispinalis thoracis et cervicis, d M. longissimus thoracis, i M. iliocostalis, j M. rectus abdominis, k Crura diaphragmatica dextra et sinistra, 2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis, 6 Lobus caudalis pulmonis dextri, 13 Hepar (13a Lobus hepatis dexter), 14 Ln. mediastinalis caudalis, 21 Atrium ruminis, 22 V. epigastrica cranialis, 23 Lien, 24 Abomasum (Pars fundica mit Plicae spirales), 25 Omasum, 26 V. portae, 29 Vesica fellea, 30 Lnn. ruminales dextri, 31 Intraabdominales Fettgewebe, 32 Saccus ruminis ventralis, 33 Ostium omasoabomasicum, 34 Impressio omasica hepatis, 35 Sulcus transversus cranialis ruminis, 36 Ln. abomasialis dorsalis, 37 Ductus cysticus



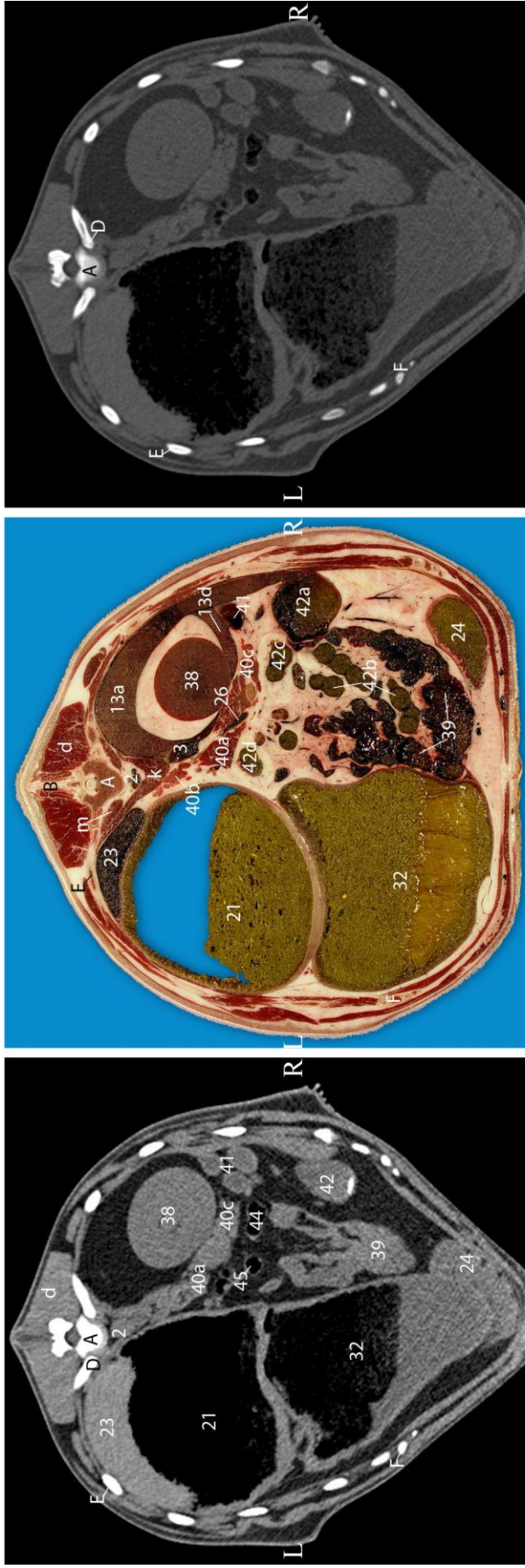
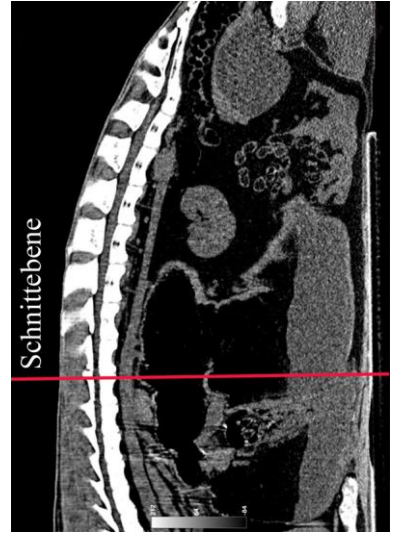


Abb. 45: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 12. Brustwirbels

A Vertebra thoracica XII, B Processus spinosus, D Caput costae, E Costa, F Cartilago costalis (Arcus costalis)

d. M. longissimus thoracis, k Crura diaphragmatica dextra et sinistra, m M. psoas major

2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis, 13 Hepar (13a Lobus hepatis dexter, 13d Lobus caudatus), 21 Atrium ruminis, 23 Lien, 24 Abomasum (Pars pylorica), 26 V. portae, 32 Saccus ruminis ventralis, 38 Ren dexter, 39 Jejunum, 40 Pancreas (40a Corpus pancreatis, 40b Lobus pancreatis sinister, 40c Lobus pancreatis dexter), 41 Duodenum (Pars cranialis), 42 Colon (42a Ansa proximalis coli, 42b Ansa spiralis coli, 42c Ansa distalis coli, 42d Colon descendens)



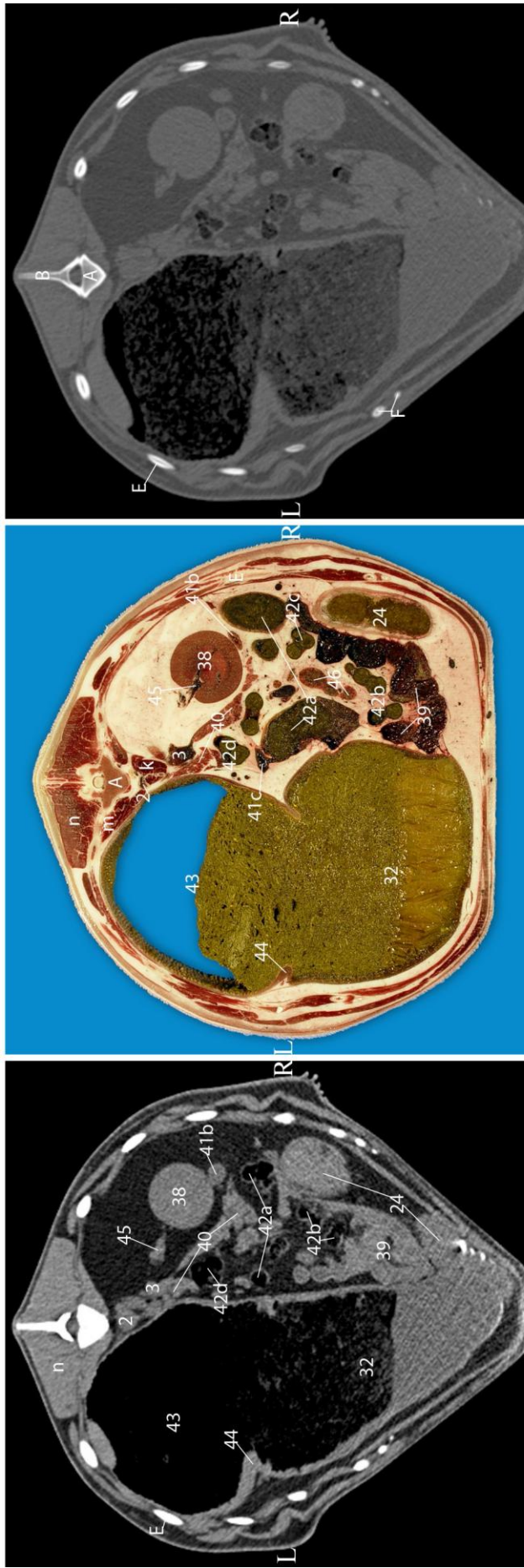
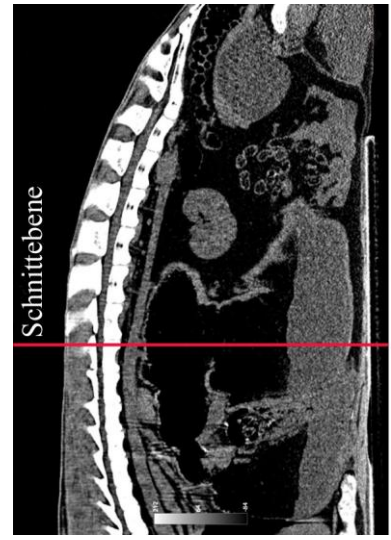


Abb. 46: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 13. Brustwirbels

A Vertebra thoracica XIII, B Processus spinosus, E Costa, F Cartilago costalis (Arcus costalis)

k Crura diaphragmatica dextra et sinistra, m M. psoas major, n M. longissimus dorsi

2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis, 24 Abomasum (Pars pylorica), 32 Saccus ruminis ventralis, 38 Ren dexter, 39 Jejunum, 40 Pancreas, 41 Duodenum (41b Pars descendens, 41c Pars ascendens), 42 Colon (42a Ansa proximalis coli, 42b Ansa spiralis coli, 42c Ansa distalis coli, 42d Pars descendens), 43 Saccus ruminis dorsalis, 44 Sulcus longitudinalis sinister, 45 Hilus renalis bzw. A. und V. renalis, 46 Lnn. colici



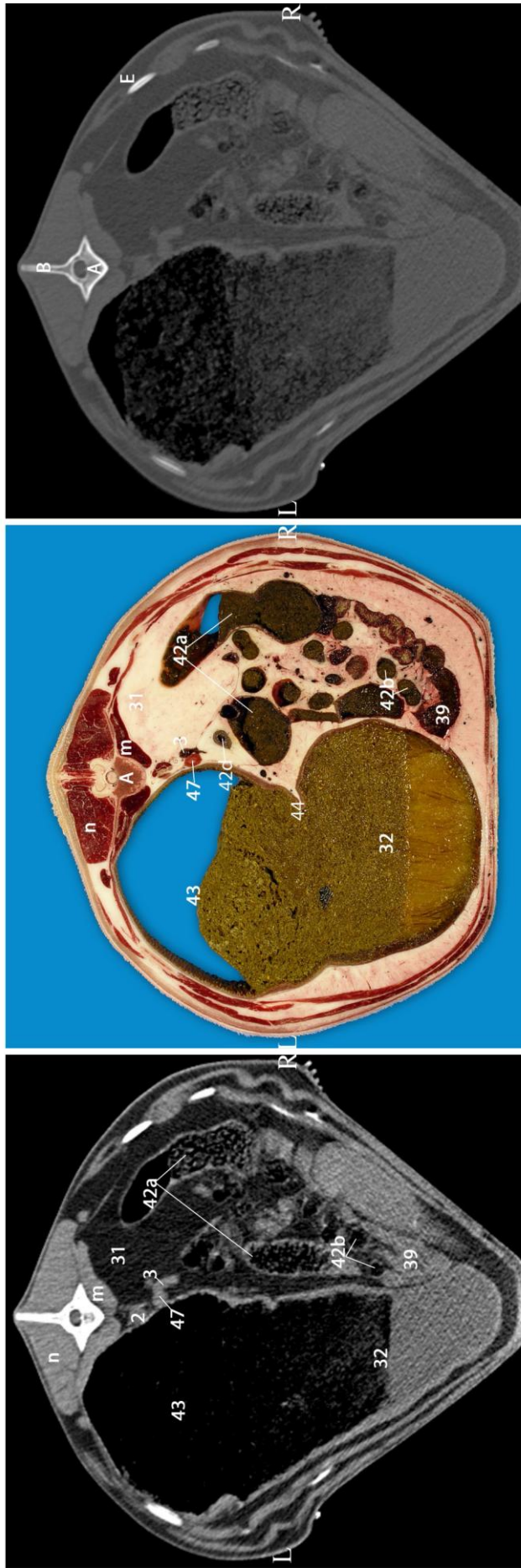


Abb. 47: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des ersten Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis I, B Processus spinosus, E Costa
 m M. psoas major, n M. longissimus dorsi
 2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis, 31 Intraabdominales Fettgewebe,
 32 Saccus ruminis ventralis, 38 Ren dexter, 39 Jejunum, 42 Colon
 (42a Ansa proximalis coli, 42b Ansa spiralis coli, 42d Pars descendens),
 43 Saccus ruminis dorsalis, 44 Sulcus longitudinalis dexter,
 47 Glandula adrenalis sinistra

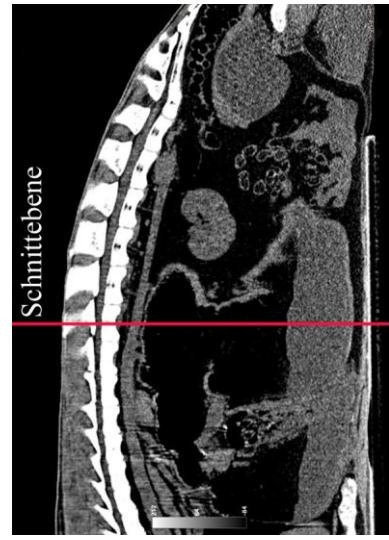




Abb. 48: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des kaudalen Abschnitts des zweiten Lendenwirbels

- A Vertebra lumbalis II, B Processus spinosus, E Costa, I Processus transversus vertebrae lumbalis
- m M. psoas major, n M. longissimus dorsi
- 2 Aorta thoracica, 31 Intraabdominales Fettgewebe, 39 Jejunum, 41c Duodenum ascendens, 42 Colon (42a Ansa proximalis coli, 42b Ansa spiralis coli, 42c Ansa distalis coli, 42d Pars descendens), 48 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 49 Saccus caecus caudoventralis ruminis





Abb. 49: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des dritten Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis III, B Processus spinosus vertebrae lumbalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis

m M. psoas major, n M. longissimus dorsi

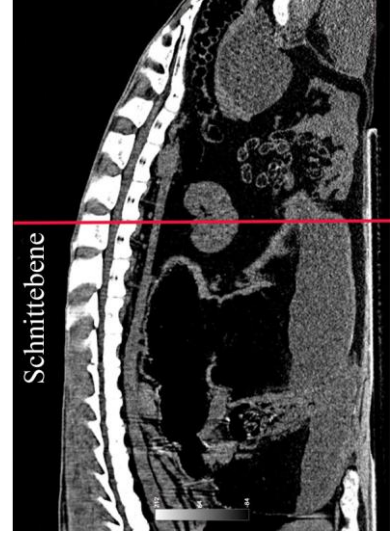
2 Aorta abdominalis, 3 V. cava caudalis, 39 Jejunum,

41c Duodenum ascendens, 42a Ansa proximalis coli,

42b Ansa spiralis coli, 48 Saccus caecus dorsalis ruminis,

49 Saccus caecus ventralis ruminis, 50 Ren sinister,

51 Caecum, 52 Lig. supraspinale



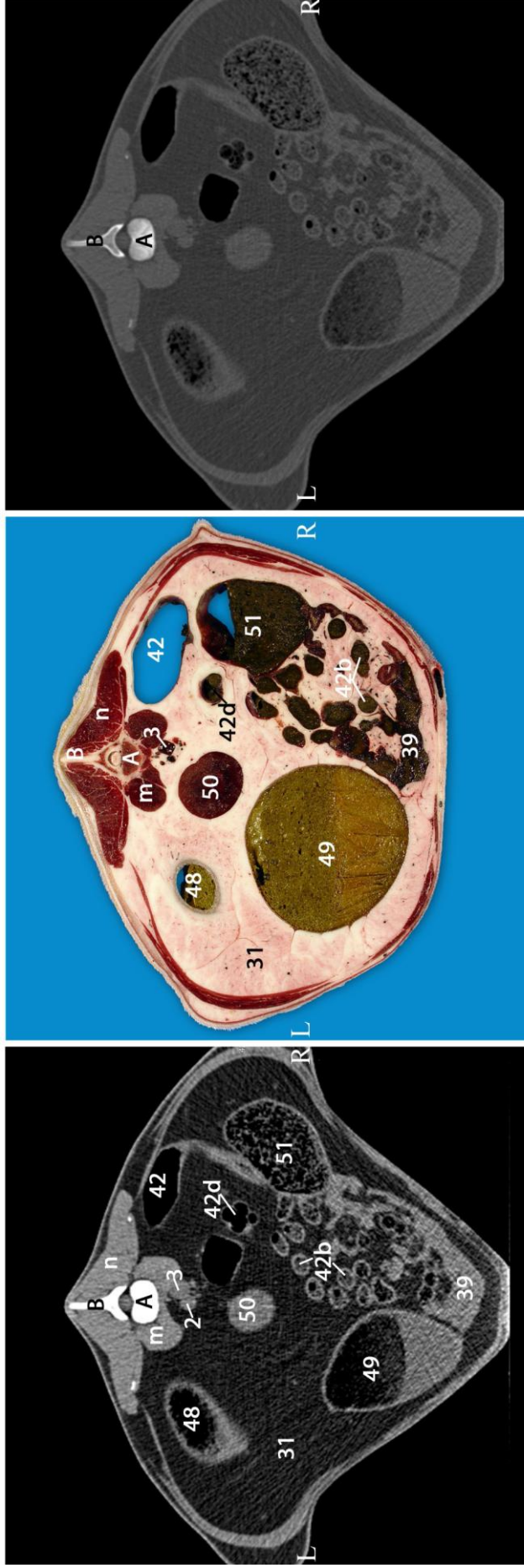


Abb. 50: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des vierten Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis IV, B Processus spinosus vertebrae lumbalis
 m M. psoas major, n M. longissimus dorsi
 2 Aorta abdominalis, 3 V. cava caudalis, 31 Intraabdominales Fett,
 39 Jejunum, 42 Colon ascendens, 42b Ansa spiralis coli,
 42d Colon descendens, 48 Saccus caecus caudodorsalis ruminis,
 49 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 50 Ren sinister,
 51 Caecum, Corpus caeci



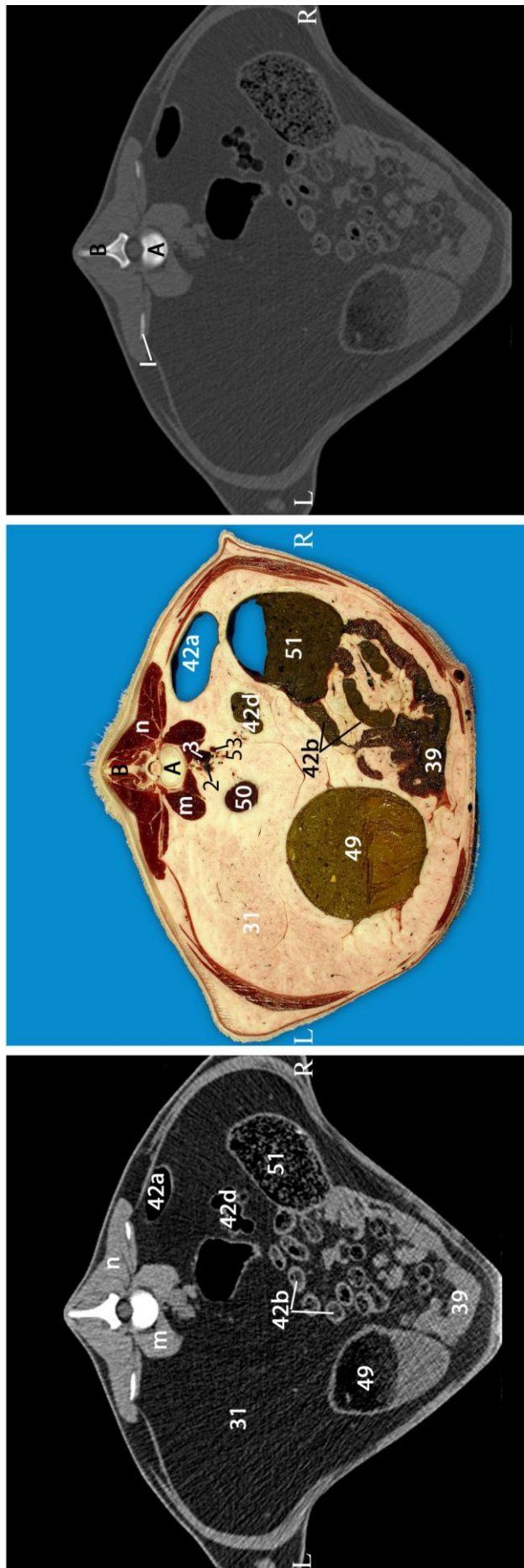
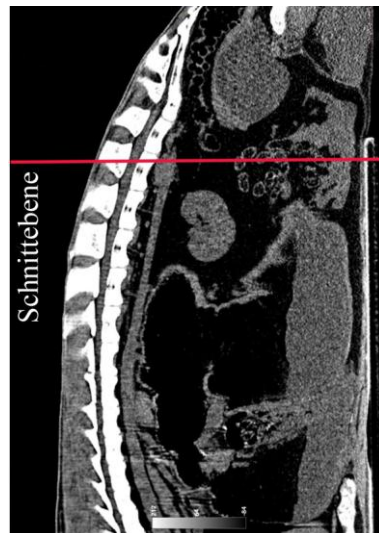


Abb. 51: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt durch das Abdomen auf Höhe des fünften Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis V, B Processus spinosus vertebrae lumbalis,
 I Processus transversus vertebrae lumbalis
 m M. psoas major, n M. longissimus dorsi
 2 Aorta abdominalis, 3 V. cava caudalis, 31 Intraabdominales Fett,
 39 Jejunum, 42a Ansa proximalis coli, 42b Ansa spiralis coli,
 42d Colon descendens, 49 Saccus caecus caudoventralis ruminis,
 50 Ren sinister, 51 Caecum, Corpus caeci, 53 Ureter dexter



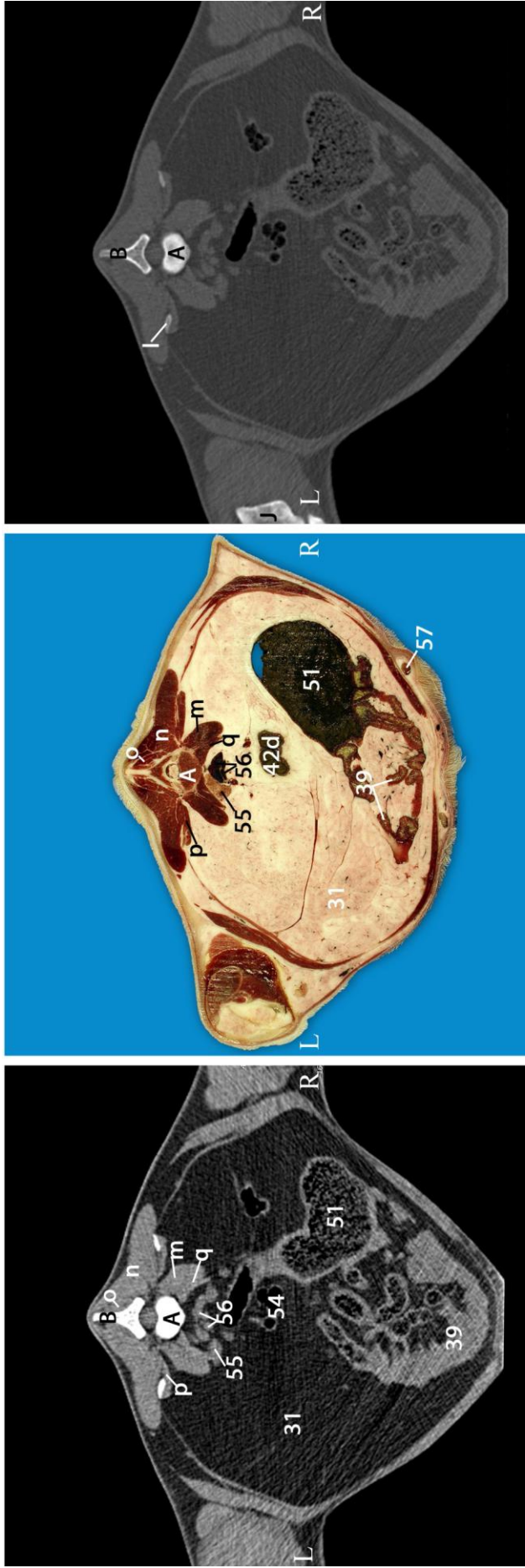
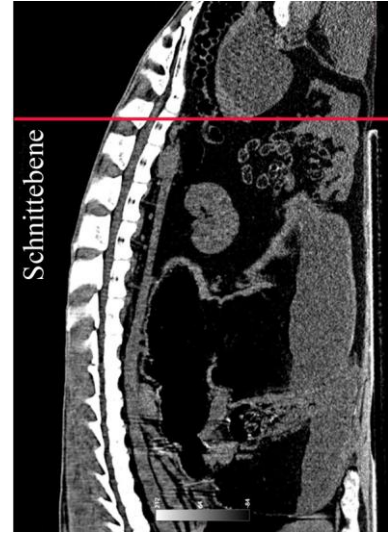


Abb. 52: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des sechsten Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis VI, B Processus spinosus vertebrae lumbalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis, J Os femoris
 m M. psoas major, n M. longissimus lumborum, o Mm. multifidi lumborum, p M. quadratus lumborum, q M. psoas minor
 31 Intraabdominales Fett, 39 Jejunum, 51 Caecum, Corpus caeci, 42d Colon descendens, 55 Lnn. iliaci mediales, 56 Endaufteilung von Aorta und V. cava caudalis, 57 V. subcutanea abdominis



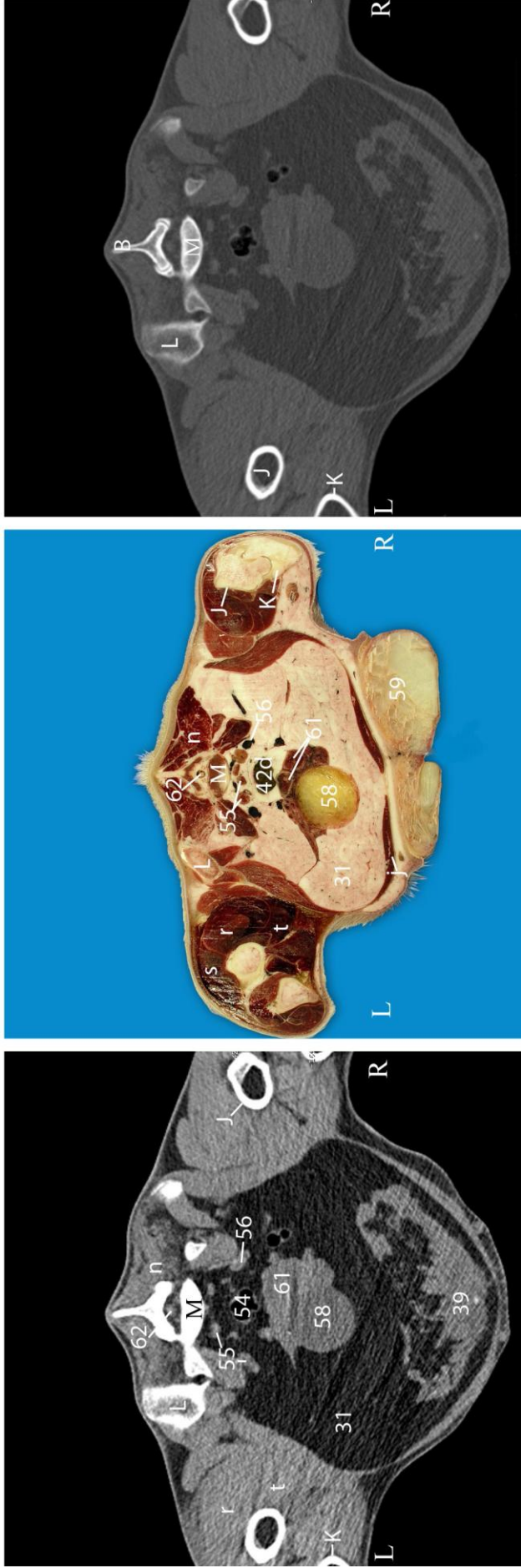
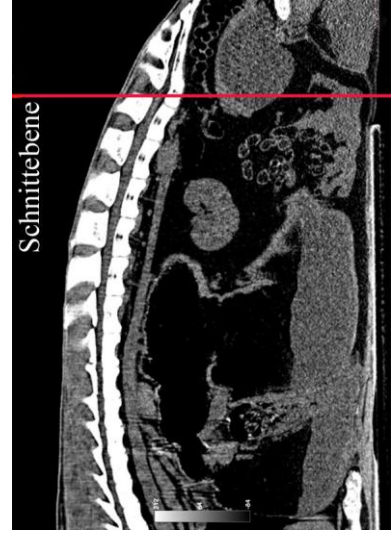


Abb. 53: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des kranialen Abschnitts des Sakrums

M Os Sacrum; B Processus spinosus vertebrae lumbalis, J Os femoris, K Tibia, L Ala ossis ilii
 j M. rectus abdominis, n M. longissimus lumborum, r M. rectus femoris,
 s Vastus lateralis, t Anteile des M. quadriceps femoris)
 31 Intraabdominales Fett, 39 Jejunum, 42d Colon descendens, 55 Lnn. iliaci mediales, 56 A. und V. iliaca externa, 58 Vesica urinaria, 59 Mamma, Corpus mammae, 61 Uterus, Cornua uteri, 62 Medulla spinalis



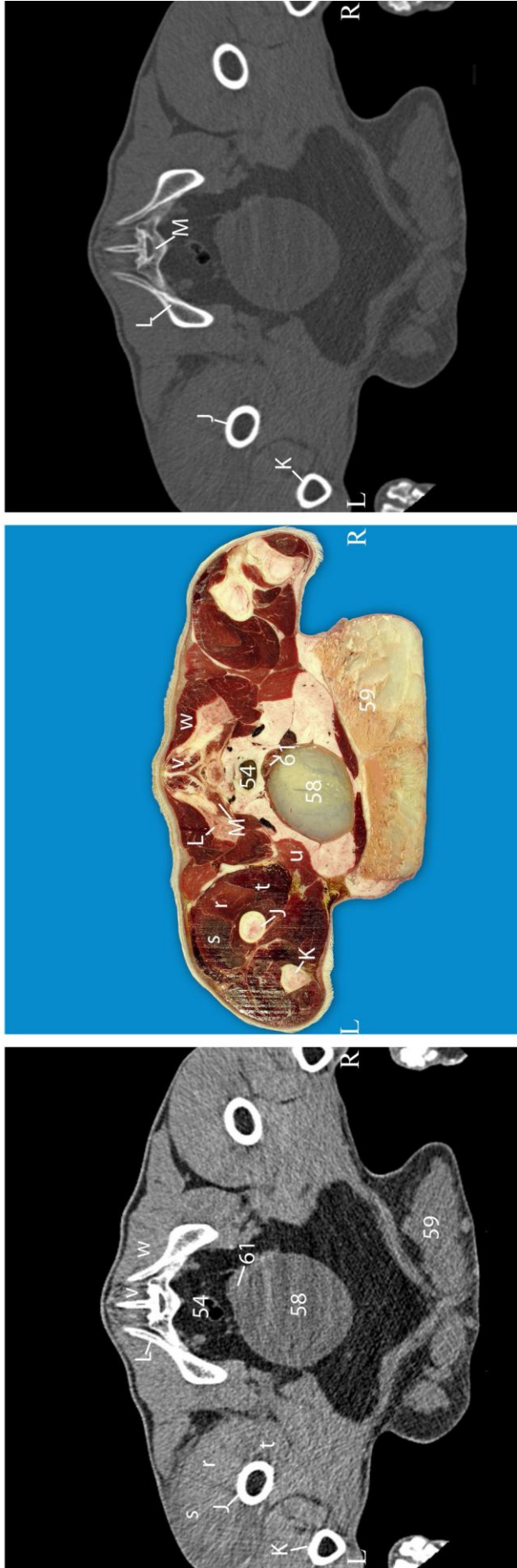


Abb. 54: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des mittleren Abschnitts des Sakrums

J Os femoris, K Tibia, L Ala ossis ili, M Os sacrum
 r M. rectus femoris, s Vastus lateralis, t Vastus medialis (r, s, t Anteile des
 M. quadriceps femoris), u M. obliquus internus abdominis, v Mm. multifidi,
 w M. glutaeus medius
 54 Rectum, 58 Vesica urinaria, 59 Mamma, Corpus mammae,
 61 Uterus, Cornua uteri



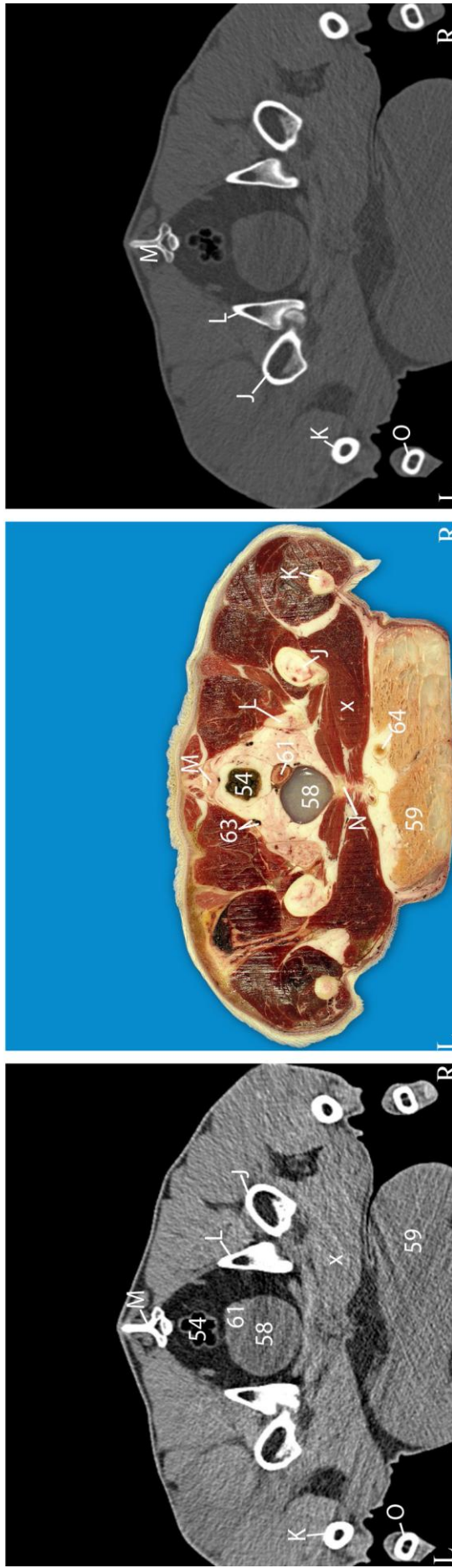
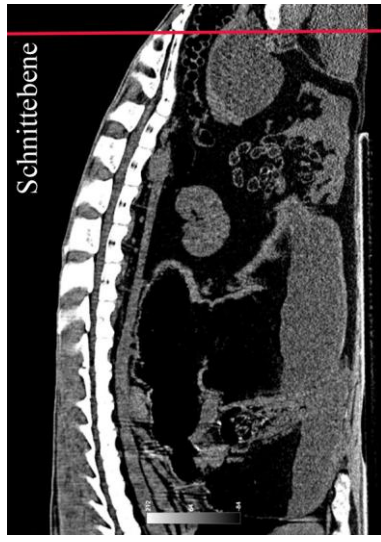


Abb. 55: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des kranialen Abschnitts der Symphysis pelvina



J Os femoris, K Tibia, L Os ilium, M Os sacrum, N Symphysis pelvina,
 O Os metatarsale tertium et quartum
 x M. adductor magnus et brevis
 54 Rektum, 58 Vesica urinaria, 59 Mamma/Uber, Corpus mammae,
 61 Uterus, Corpus uteri, 63 A. et V. iliaca interna, 64 Lnn. inguinales
 superficiales (Lnn. mammarii).

6.3.3. Dorsalschnitt des Abdomens einer 3-jährigen Saanenziege

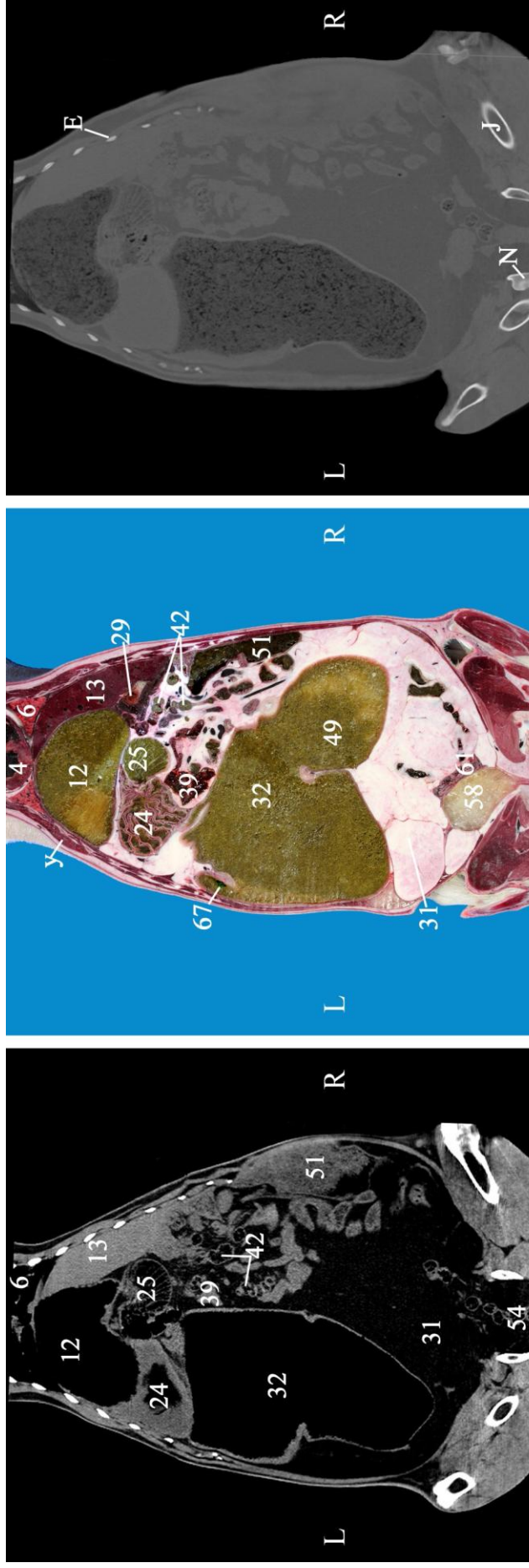
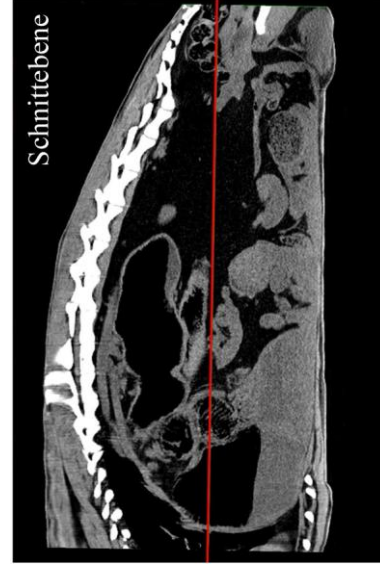


Abb. 56: Dorsalschnitt durch das Abdomen einer Saanenziege auf Höhe der Mitte des Abdomens

E Costa, J Os femoris, N Os coxae
 y M. serratus ventralis thoracis
 4 Ventriculus cordis sinister, 6 Lobus caudalis pulmonis dextri,
 12 Reticulum, 13 Hepar, 24 Abomasum, 29 Vesica fellea, 31 Intraabdominales Fett, 32 Saccus ruminis ventralis,
 39 Jejunum, 42 Colon, 49 Saccus caecus caudoventralis ruminis,
 51 Caecum, 54 Rektum, 58 Vesica urinaria, 61 Uterus, 67 Recessus ruminis.



6.3.4. Sagittalschnittanatomie des Abdomens einer 4-jährigen Saanenziege

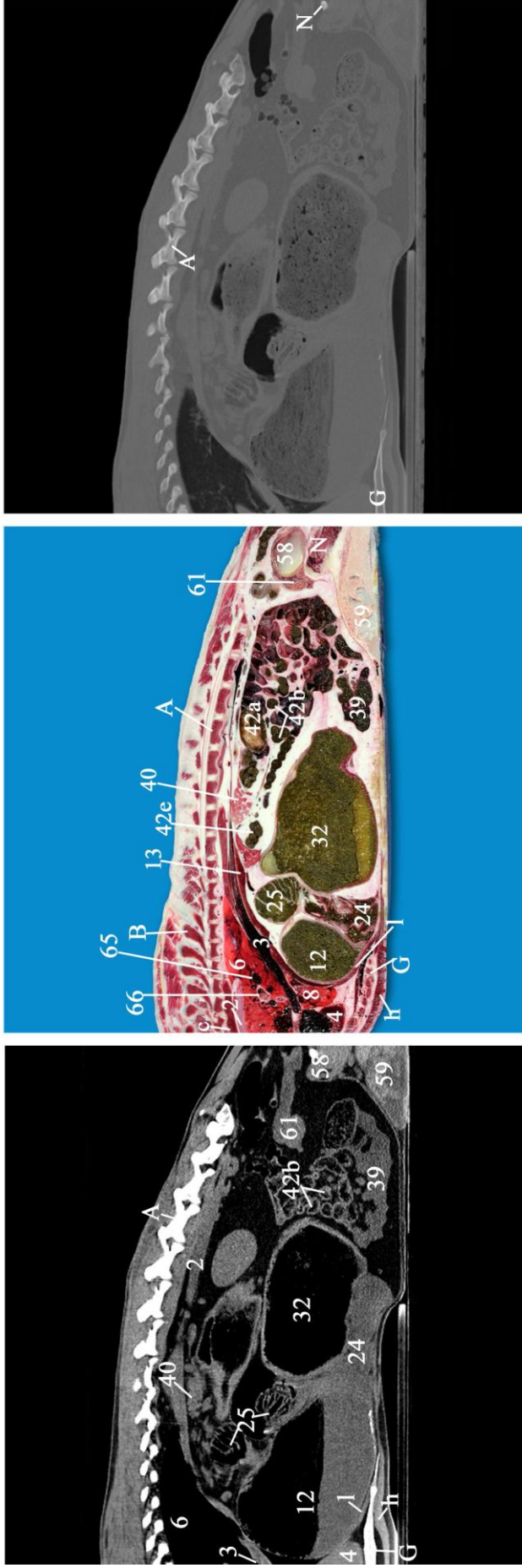


Abb. 57: Sagittalschnitt durch das Abdomen einer Saanenziege rechts paramedian auf Höhe der Vena cava caudalis

A Vertebra lumbalis, B Processus spinosus, G Sternum, N Os coxae
 c M. longus colli, h M. pectoralis profundus, l Diaphragma, Pars sternalis
 2 Aorta thoracica, 3 V. cava caudalis, 4 Apex cordis, 6 Lobus caudalis
 pulmonis dextri, 8 Lobus accessorius pulmonis, 12 Reticulum, 13 Hepar,
 24 Abomasum, 25 Omasum, 32 Saccus ruminis ventralis, 39 Jejunum,
 40 Pankreas, 42 Colon (42a Ansa proximalis coli, 42b Ansa spiralis coli,
 42e Colon transversum), 58 Vesica urinaria, 59 Mamma/ Uter, Corpus mammae,
 61 Uterus, 65 V. pulmonalis dextra, 66 Bronchus lobaris pulmonis dextri.



6.4. Spezielle Befunde bei den 30 Saanenziegen

6.4.1. Nephrozirrhose



Abb. 58: Einseitige Nephrozirrhose der rechten Niere in der parasagittalen Ebene auf Höhe des rechten Darmbeins (A) sowie bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung (B) einer 3.5-jährigen Saanenziege

Bei einer 3.5-jährigen Ziege wurde eine starke Grössendifferenz beider Nieren festgestellt. Die Grösse der rechten Niere betrug 7.1 x 4.0 cm bei einem Volumen von 54.7 cm³ und war damit deutlich verringert, während die linke Niere mit 11.8 x 6.3 cm und einem Volumen von 257.7 cm³ vergrössert erschien. Zudem war die Oberfläche der rechten Niere sehr unregelmässig. In Bezug auf die Dichte unterschieden sich die beiden Nieren nicht. Bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung wurde eine einseitige Nephrozirrhose der rechten Niere in Folge einer hochgradigen chronisch-interstitiellen Nephritis festgestellt. Die linke Niere war vergrössert.

6.4.2. Tubuläre Nephrokalzinose mit Aortenverkalkung

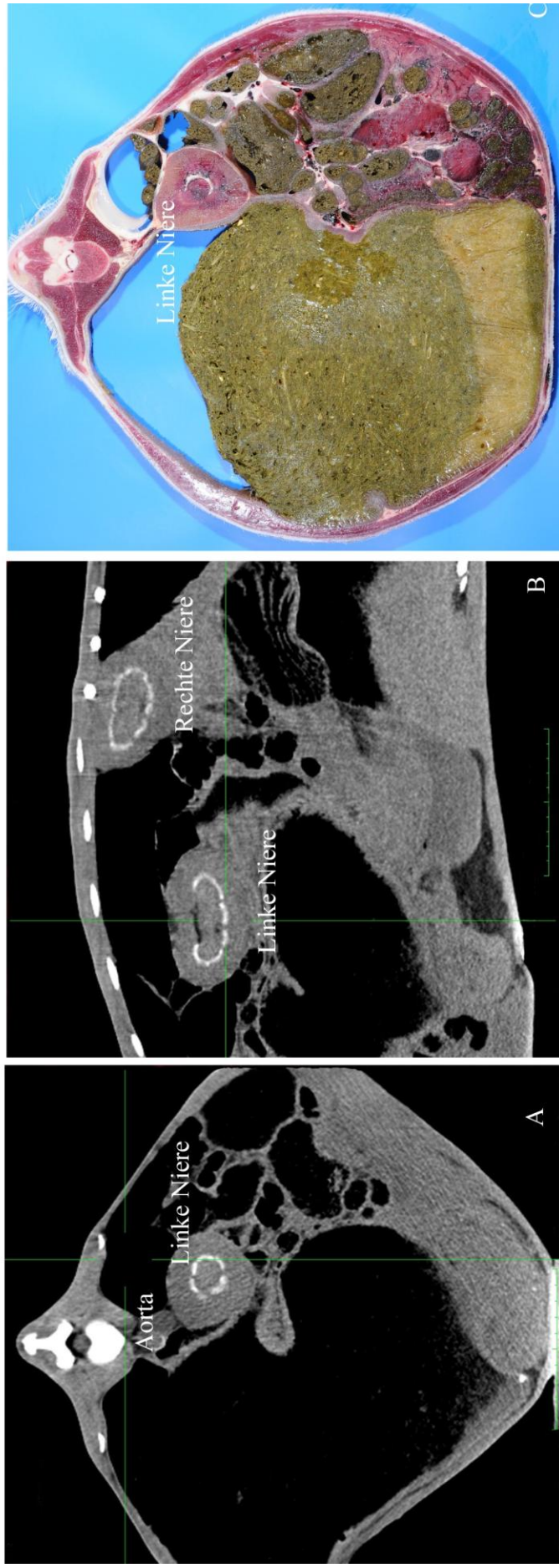


Abb. 59: Tubuläre Nephrokalzinose beider Nieren mit zusätzlicher partieller Verkalkung der Aorta abdominalis in der transversalen (A) und sagittalen Ebene (B) sowie im anatomischen Schnittpräparat (C) bei einer 4-jährigen Saanenziege

Bei einer 4-jährigen Saanenziege wurden in beiden Nieren gleichmässige, ringförmige und stark hyperdense Bereiche am Übergang zwischen Mark und Rinde festgestellt (A, B). Zudem war die Aortenwand im Bereich der Aorta abdominalis erkennbar und ebenfalls stark hyperdens von den umgebenden Strukturen abgegrenzt. Die Befunde wurden als Verkalkungen interpretiert. Bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung konnten eine tubuläre Nephrokalzinose beider Nieren sowie eine partielle Verkalkung der Aortenwand gefunden werden.

6.4.3. Fasziole



Abb. 60: Hochgradige Leberveränderungen infolge Fasziole in der computertomographischen (A, B) sowie der pathologisch-anatomischen Untersuchung bei einer 3- und einer 4-jährigen Saanenziege (C)

Bei zwei Ziegen mit Fasziole wurden die folgenden Befunde erhoben:

Saanenziege, 3 Jahre (A): Multiple, relativ gleichmäßig im gesamten Parenchym verteilte hyperdense Stippchen von einigen Millimetern Durchmesser und einer deutlich erhöhten Dichte von bis zu 220 HU.

Saanenziege, 4 Jahre (B): Über das gesamte Organ verteilte, hypodense Flecken von bis zu 1.5 cm Durchmesser, die eine Dichte zwischen 10 und 30 HU aufwiesen und sich somit gegenüber dem restlichen Parenchym (durchschnittlich 54 HU) als deutlich hypodens darstellten.

6.4.4. Bezoarsteine

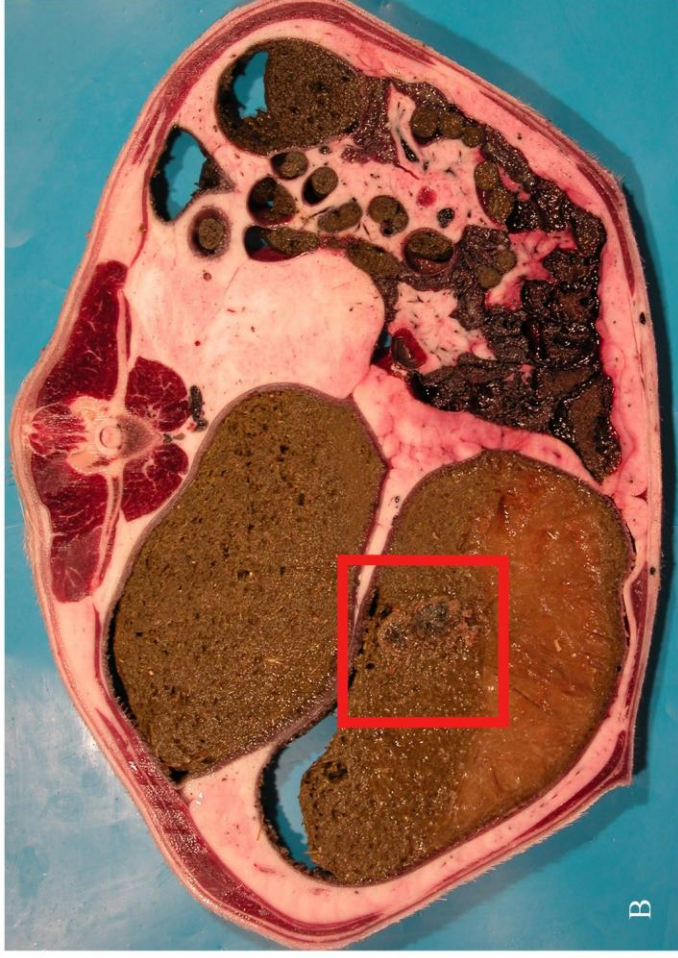


Abb. 61: Darstellung von Bezoarsteinen im ventralen Pansensack bei einer 5.5-jährigen Saanenziege

Bei einer Ziege wurden als Zufallsbefunde Ansammlungen von amorphem, rundlichem Material in den Vormägen gefunden, deren Dichte vom Zentrum zur Peripherie hin stark zunahm und in den stark hyperdensen Randbereichen Werte um die 142 HU erreichten. Diese Strukturen befanden sich ausnahmslos in den ventralen Pansensäcken. Es handelte sich um Bezoarsteine. Identische Befunde wurden bei zwei weiteren Ziegen erhoben.

6.5. Pathologisch-anatomische Befunde an Leber und Niere

Bei 2 von 14 Ziegen, die nach der computertomographischen Untersuchung geschlachtet wurden, wurden bei der anschliessenden pathologisch-anatomischen Untersuchung der Organe im Leberparenchym multiple weissliche Knötchen und bindegewebig verdickte Gallengänge festgestellt. Die Veränderungen wurden auf einen Befall mit *Fasciola hepatica* zurückgeführt. Bei einer dritten Ziege war makroskopisch ein Befall mit *Dicrocoelium dendriticum* erkennbar, bei einer weiteren eine interstitielle Sklerosierung der Leber, die sich in Form eines höckerigen Parenchyms mit weicher Konsistenz und ausgefransten Leberrändern darstellte. Bei einer Ziege wies die Leber kleine narbige Einziehungen auf.

Die rechte Niere einer Ziege stellte sich makroskopisch mit unebener Oberfläche, dilatiertem Nierenbecken und weisslichen Streifen dar, die das Parenchym sternförmig durchzogen. Histologisch handelte es sich dabei um eine hochgradige, chronische, interstitielle Nephritis, die jedoch keine klinischen Symptome hervorgerufen hatte. Alle anderen untersuchten Lebern und Nieren waren makroskopisch unauffällig, das Gleiche galt für die übrigen Organe des Bauchraums.

6.6. Fallvorstellung

6.6.1. Adenokarzinom des Endometriums bei einer Zwergziege

Eine 13-jährige, weibliche Zwergziege zeigte seit einigen Tagen abnehmende Fresslust sowie zunehmende Apathie und Scheinträchtigkeit. Bereits einen Tag vor der Überweisung ans Tierspital Zürich konnte kein Harnabsatz mehr beobachtet werden. Am Tag der Einlieferung wies das Tier einen mittelgradig gestörten Allgemeinzustand, stark reduzierte gastrointestinale Motorik, eine leicht gespannte Bauchdecke und einen reduzierten Kotabsatz auf. Zudem befand sich eitriges Sekret an der Vulva und das Euter war ödematös geschwollen. Harn konnte nicht gewonnen werden, da es nicht gelang, den Katheter bis in die Harnblase einzuführen. Der Serumharnstoff und das Kreatinin waren mit 64 mmol/l bzw.

1181 $\mu\text{mol/l}$ stark erhöht. Bei der sonographischen Untersuchung des Abdomens liess sich die extrem kleine Harnblase nur mittels rektal eingeführter Stabsonde darstellen. Die rechte Niere war vergrössert und wies ein hochgradig dilatiertes Nierenbecken mit fast vollständig atrophiertem Nierenmark auf. Der rechte Ureter war dilatiert und wies einen Durchmesser von 1 cm auf. Die linke Niere war ebenfalls vergrössert und ihr Nierenbecken war dilatiert. Zudem erschienen die übrigen Organe durch eine grosse Masse im kaudalen Abdomen nach kranial verdrängt. Diese gekammerte Masse schien vom Uterus bzw. den Ovarien auszugehen.

Bei der computertomographischen Untersuchung wurde eine ca. 8 cm x 7 cm grosse, scharf abgegrenzte, weichteildichte und birnenförmige Struktur kaudal der linken Niere gesehen, die bis in die Beckenhöhle zog und als Uterus interpretiert wurde (Abb. 62 A, B). Die Konturen erschienen höckrig und im kranioventralen Bereich lobuliert, die Dichte des veränderten Uterus (48 HU) war leichtgradig inhomogen und insgesamt hyperdens im Vergleich zum Nierenparenchym (24 HU). Die beiden Ureteren waren mit 0.6 cm (links) und 1.0 cm (rechts) stark dilatiert (Abb. 63 A, B). Die CT-Untersuchung sprach für eine Neoplasie des Uterus. Das Tier wurde aufgrund der infausten Prognose euthanasiert und seziert.

Die Sektion ergab einen stark vergrösserten und knotig veränderten Uterus mit leichtgradiger Mukometra. Das linke Uterushorn war hochgradig verdickt und derb. Ein durch das Endometrium begrenztes Lumen war kaum noch vorhanden, im Gewebe befanden sich Zysten und Schleim (Abb. 64 A). Das rechte Uterushorn war ebenfalls leichtgradig verändert. Das Euter wies Anzeichen von Ödematisierung und Milchbildung auf. Das Parenchym der rechten Niere war aufgrund einer hochgradigen Hydronephrose fast vollständig atrophiert (Abb. 64 B) und die linke Niere zeigte ein stark dilatiertes Nierenbecken mit beginnender Hydronephrose. Beide Ureteren waren stark dilatiert und auf halber Strecke durch die Masse komprimiert bzw. obstruiert und nicht sondierbar. Bei der histologischen Untersuchung konnte das veränderte Gewebe als Adenokarzinom des Endometriums iden-

tifiziert werden. Beide Nieren wiesen histologisch eine leichtgradige nichteitrig Nephritis auf.

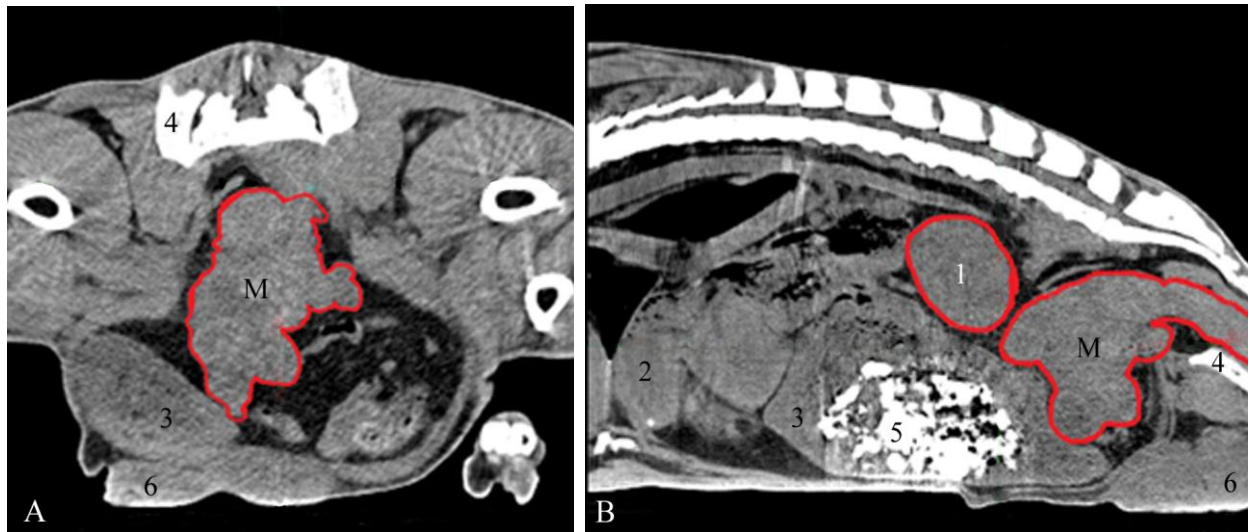


Abb. 62: Darstellung der Masse (M) im Weichteilfenster in der transversalen (A) und sagittalen (B) Ebene. 1 Linke Niere, 2 Haube, 3 Pansen, 4 Pecten ossis pubis, 5 Sediment im Pansen, 6 Euter

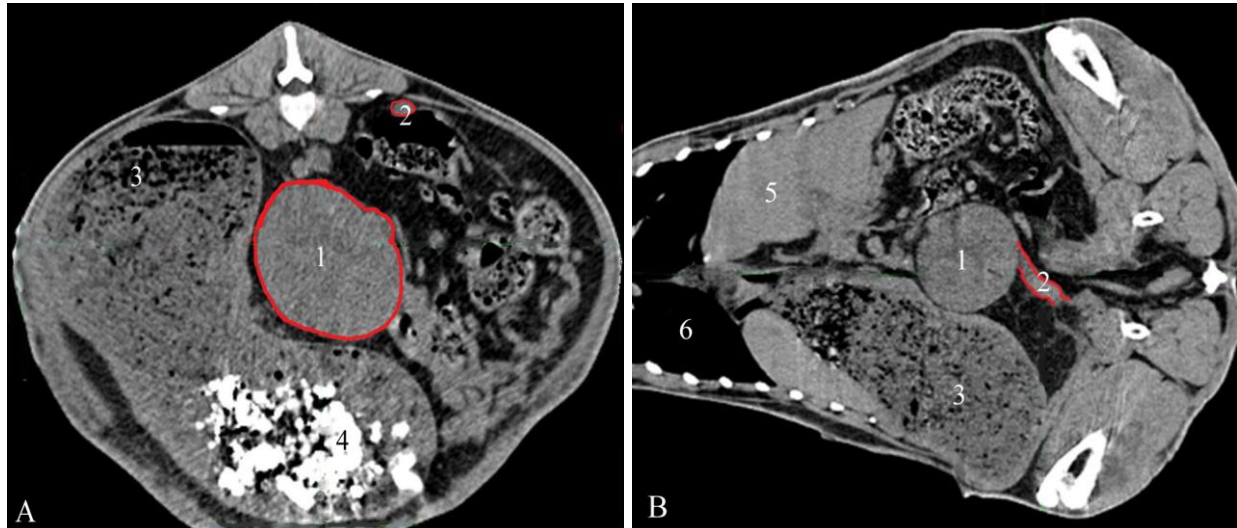


Abb. 63: Darstellung der linken Niere und des rechten Ureters in der transversalen Ebene (A) und der linken Niere und des linken Ureters in der dorsalen Ebene (B) im Weichteilfenster. 1 Niere, 2 Ureter, 3 Pansen, 4 Sediment im Pansen, 5 Leber, 6 Lunge

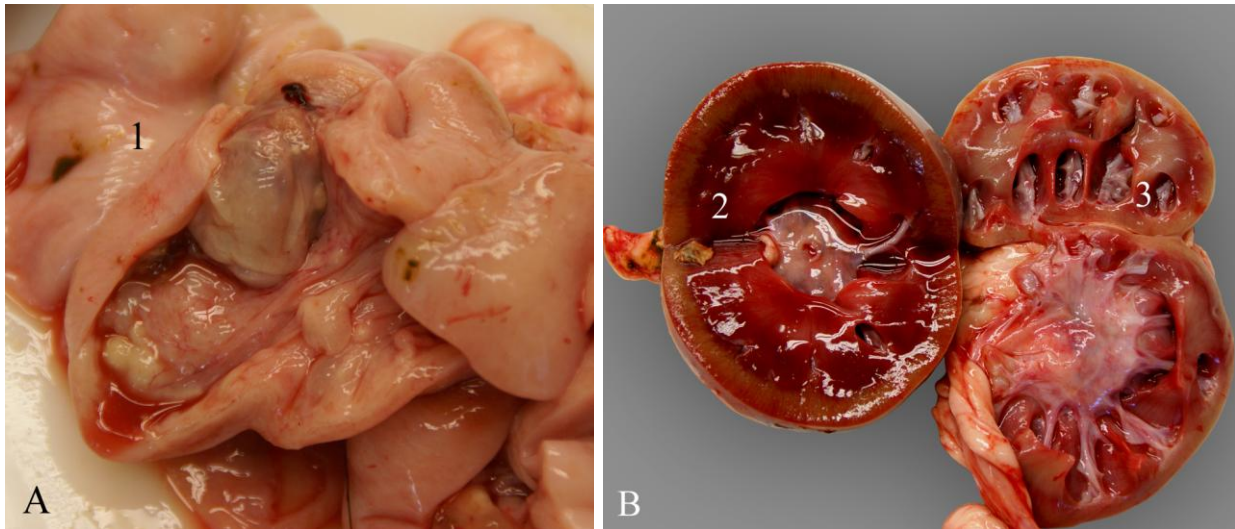


Abb. 64: Pathologisch-anatomische Befunde bei einer Ziege mit Adenokarzinom des Endometriums (A) und dadurch bedingter sekundärer, beidseitiger Hydro-nephrose (B). 1 Uterus, 2 Linke Niere, 3 Rechte Niere.

7. Diskussion

7.1. CT-Befunde

Ein Hauptziel der vorliegenden Studie war es, die normalen Strukturen im Abdomen der Ziege auf dem nativen CT-Bild zu identifizieren und ihre Lage zu beschreiben. Ferner bestand ein Ziel darin, Normalwerte für die Grösse und Lage diverser Strukturen zu erheben. Das Vorgehen erfolgte meist in Anlehnung an etablierte Röntgen- oder CT-Methoden bei Mensch (SHEEDY et al., 1979; VOGEL, 1986; GROELL, 1997; FISHMAN und JEFFREY, 2004; GERAGHTY et al., 2004), Hund (MOSS et al., 1981, THRALL, 2007) und Katze (THRALL, 2007). Die Ausmessung von Organen und Organstrukturen stellt in der Radiologie und Computertomographie ein routinemässiges Verfahren dar, um exakte Grössenangaben zu erhalten und um zu beurteilen, ob sich die Grösse eines Organs inner- oder ausserhalb der Norm befindet. Dichte- oder Volumenmessungen im CT sind wichtig zur Beurteilung von Krankheitsverläufen, Transplantationserfolgen oder bei chirurgischen Eingriffen und wurden deshalb auch in vielen human- und veterinärmedizinischen Studien beschrieben (MATEGRANO et al., 1977; MOSS et al., 1981; FRANK et al., 2003). Zusammenfassend war die Übertragung dieser Messungen gut durchführbar. Teilweise wurden auch Grössenverhältnisse im Abdomen berechnet, um die Grössenunterschiede zwischen den Tieren zu eliminieren.

7.1.1. Knochenfenster

Ausgehend von der Anatomie der Ziege konnten die knöchernen Strukturen des Abdomens überlagerungsfrei und im Detail beurteilt werden. Sie stellten sich aufgrund ihrer hohen Dichte weiss dar und waren somit leicht zu identifizieren. So waren beispielsweise die Wirbelsäule mit den Dornfortsätzen, dem Wirbelkanal und den Gefässkanälchen sowie die darstellbaren Anteile von Becken, Kreuzbein und Hintergliedmassen bei allen Ziegen deutlich erkennbar. Durch die Messungen

im Knochenfenster konnte eine Vorstellung über die Grössenverhältnisse des Beckens bei der Ziege gewonnen werden. Dabei unterschieden sich der vertikale Durchmesser (Diameter verticalis) des Beckens und somit auch das Verhältnis von der Beckenhöhe zur Beckenbreite sehr stark, und das knöcherne Becken stellte sich bei einem Verhältnis von durchschnittlich 0.96 minimal breiter als hoch dar. Die grosse Variationsbreite der Dichte des zweiten Lendenwirbelkörpers der Ziegen könnte auf die gleichzeitige Vermessung von Knochenspongiosa und darin enthaltenem Knochenmark in der Wirbelkörpermitte sowie auf die zeitlebens stattfindenden Umbauvorgänge am Knochen zurückzuführen sein (NICKEL et al., 2004).

7.1.2. Weichteilfenster

Diejenigen Organe und Strukturen, die nach Literaturangaben beim Hund in computertomographischen Nativstudien des Abdomens normalerweise immer identifiziert werden können sind Leber, Gallenblase, Milz, Magen, Duodenum, Kolon, Pankreas, Nieren, Nebennieren, Ovarien, Harnblase und die grossen Gefässe wie Aorta und V. cava caudalis (STICKLE und HATHCOCK, 1993). In nahezu allen Fällen waren diese Organe und Strukturen auch bei den 30 Saanenziegen gut zu beurteilen und konnten in ihrer Lage und Ausdehnung erfasst werden. Lediglich die Ovarien waren bei keiner Ziege identifizierbar, was aufgrund ihrer geringen Grösse sowie ihrer Lage in der Bursa ovarica (NICKEL et al., 2004) physiologischerweise nicht anders zu erwarten war. Die Darstellbarkeit eines Organs hängt von seinem Abschwächungskoeffizienten und dem der umliegenden Strukturen ab. Insbesondere zur Abgrenzung der Organe im Weichteilfenster ist die Anwesenheit von zwischengelagertem intraabdominalem Fett von Vorteil, da dies aufgrund seines niedrigen Abschwächungskoeffizienten einen dunkleren (hypodensen) Kontrast zu den umliegenden Strukturen bildet. Deutlich war dies bei denjenigen Ziegen in der vorliegenden Studie zu beobachten, die einen guten Nährzustand aufwiesen. Eine vollständige Beurteilung der parenchymatösen Organe

(Pankreas, Nieren, Milz, Leber) und deren Perfusionsverhältnisse, eine bessere Differenzierung des Gastrointestinaltrakts (beispielsweise der Dünndarmwand) sowie die Darstellung diverser Gefäße konnten in der CT-Studie dennoch nicht erfolgen. Die orale bzw. intravenöse Gabe von jodhaltigem Kontrastmittel in einer zweiten CT-Studie im Anschluss an die Nativ-Studie würde die zuvor genannten limitierenden Faktoren aufheben und eine eindeutigere Identifikation dieser Strukturen ermöglichen. Darauf wurde bewusst verzichtet, da bei der Schädel- und Hirnstudie eine Kontraststudie durchgeführt wurde.

Gastrointestinaltrakt

Bezüglich der Untersuchung des Gastrointestinaltrakts muss erwähnt werden, dass sich die Topographie des Darmtrakts in Abhängigkeit von der Pansenfüllung sehr variabel gestalten kann (BARONE, 2001). Zusätzlich ist auch zu berücksichtigen, dass sich die hier untersuchten Ziegen in Narkose befanden und parasympholytische Narkotika wie Xylazin zur Pansen- und Darmatonie führen können.

Vormägen und Labmagen

Die Konturen von Haube und Pansen konnten aufgrund des Kontrasts ihrer Wand sowohl zum umliegenden Fettgewebe als auch zu ihrem Inhalt (Gas, Flüssigkeit, Ingesta) deutlich abgegrenzt werden und stellten sich hyperdens zu diesen in hell- bis mittelgrau dar. Gut nachvollziehbar war dies beispielsweise an der Haube mit ihrer erkennbaren Netzstruktur sowie den Pansenpfeilern. Auch am Psalter war eine deutliche Unterscheidung zwischen seiner Wand und seinen Blättern einerseits und der sich im Weichteilfenster stark hypodens und somit schwarz darstellenden Ingesta andererseits möglich. Der Labmagen wies vor allem dort, wo er der ventralen Bauchwand anlag, wenig Kontrast zu den umliegenden Strukturen auf. Auch waren seine Falten aufgrund seines flüssigen Inhalts nur andeutungsweise zu erkennen. Besonders deutlich setzten sich dagegen die röntgendichten (hyperdensen) Fremdkörper in den Vormägen von der umgebenden Ingesta ab. Fremdkör-

pererkrankungen wurden bei der Ziege als Futterselektierer selten beschrieben, aber sie sind wegen der Neugier der Tiere dennoch möglich (BOSTEDT und DEDIÉ, 1996; PUGH, 2002). Die metallischen Fremdkörper und das Sediment in der Haube bei 9 Ziegen der vorliegenden Studie hatten jedoch keinerlei Auswirkungen auf die Klinik oder die Messergebnisse und sind als Zufallsbefunde zu werten.

Därme

Der geringe Kontrast zwischen den Strukturen im Bereich des Dünndarms und sein flüssiger Inhalt liessen keinen Unterschied zwischen Darminhalt und Darmwand erkennen. Am Dickdarm war eine Differenzierung von Wand und Lumen aufgrund des besseren Kontrasts durch die Gasbildung der Ingesta relativ gut möglich. Die Messergebnisse der gastrointestinalen Wanddicken, auch jene der Vormägen, stellten sich insgesamt sehr einheitlich dar und sind mit den in sonographischen Studien beim Kleintier beschriebenen vergleichbar (NEWELL, 1999; PENNINCK, 2002).

Leber

Die Leber stellte sich im Weichteilfenster aufgrund ihrer mittleren Densität in den CT-Bildern wie die übrigen parenchymatösen Organe grau dar. Ihre äussere Kontur war aufgrund der sich dorsal davon schwarz abzeichnenden Lunge und des hypodens und somit dunkelgrau erscheinenden intraabdominalen Fettgewebes gut zu erkennen. Durch ihre Position und Ausdehnung dominierte sie gemeinsam mit dem Pansen und der Milz das Bild im kranialen Abdomen. Das Lebervolumen der Ziegen betrug durchschnittlich 1280.9 cm³ und lag damit etwas höher als beim Schaf, bei dem das mittels CT bestimmte Volumen mit durchschnittlich 912 cm³ angegeben wurde (KAYAALP et al., 2002). In der Studie beim Schaf wurde die CT-Untersuchung aufgrund der vernachlässigbaren Abweichung der Ergebnisse vom realen Lebervolumen entsprechend den Angaben bei Mensch (BREIMAN,

1982) und Hund (STIEGER et al., 2007) als exakteste Referenzmethode zur nichtinvasiven Lebervolumenbestimmung in der Klinik gewertet, was demnach auch für die Ziege zutreffen dürfte. Wie bei den Ziegen in der vorliegenden Studie erwies sich jedoch das individuelle Lebervolumen auch beim Hund als variabel. STIEGER et al. (2007) setzten es in ein Verhältnis zum Körpergewicht, um eine grössenunabhängige Angabe physiologischer Werte machen zu können. Beim Hund wird dieses Verhältnis mit $24 \pm 5.6 \text{ cm}^3$ angegeben (STIEGER et al., 2007), bei den Ziegen in der vorliegenden Studie betrug es $21.5 \pm 4.03 \text{ cm}^3$. Da am Beispiel von Hunden mit portosystemischem Shunt ein um ca. 40 % kleineres Lebervolumen als bei gesunden Kontrolltieren ermittelt wurde (STIEGER et al., 2007), könnte diese Messung auch bei der Ziege von klinischer Relevanz sein. Denn zumindest bei einer Ziege mit starker Fasziolose konnte ein Lebervolumen ermittelt werden, welches deutlich unterhalb des Durchschnittswerts lag und $12.4 \text{ cm}^3/\text{kg KGW}$ betrug. Auch zeigte das ermittelte Lebervolumen eine stark positive Korrelation zur kraniokaudalen Ausdehnung der Leber ($r = 0.77$; $P < 0.01$) und entsprach somit den Verhältnissen beim Hund (VAN BREE et al., 1989). Die Parenchymdichte der Leber betrug durchschnittlich 56 HU. Der normale Dichtewert der Leber beträgt beim Menschen ebenfalls zwischen 45 und 65 HU und liegt dabei durchschnittlich 8 HU über demjenigen der Milz (MORTELE et al., 2002). Bei den Ziegen in der vorliegenden Studie lagen gegenteilige Verhältnisse vor. Hier lag die Leberdichte mit einer mittleren Differenz von 10 HU unterhalb der durchschnittlichen Milzdichte von 67 HU, wie das im Falle einer Leberverfettung beim Menschen angegeben wird (MORTELE et al., 2002). Somit sollte die im Verhältnis geringere Leberdichte bei der Ziege nicht fälschlicherweise als pathologisch eingeschätzt werden.

Gallenblase

Die Gallenblase war aufgrund ihrer Form meist gut von der Leber abgrenzbar, der sie kaudoventral anlag. Auch ihr flüssiger und somit relativ gleichmässig erschei-

nender Inhalt trug zu ihrer Identifikation bei. Die grosse Variation ihrer Ausdehnung lässt sich durch ihre Funktion als Zwischenspeicherorgan für die Galle erklären, die sie, abhängig von den Verdauungsvorgängen des Tieres, bei Bedarf in das Duodenum entleert. Die bei den Ziegen beobachtete unterschiedliche Dichte des Gallenblaseninhalts ist als Sludge zu interpretieren und wird beispielsweise beim Hund recht häufig gesehen. Sludge wurde besonders bei älteren Tieren bzw. bei solchen mit einer grossen Gallenblase beschrieben und wird als Zufallsbefund gewertet (BRÖMEL et al., 2005).

Milz

Die Milz erschien, bedingt durch ihre mittlere Organdichte, entsprechend den übrigen Organen innerhalb des Weichteilfensters in einem mittleren Grauton und war kaum heller als die Leber. Sie lag dem Pansen linksseitig von dorsal auf und stellte sich bei einigen Ziegen als relativ prominentes Organ im kranialen Abdomen dar. Die Messergebnisse der Milz zeigten sich innerhalb der Ziegengruppe sehr variabel, wobei besonders die Parameter Dicke und Volumen grossen Schwankungen unterlegen waren. Diese Beobachtungen ergeben sich aus der Abhängigkeit der Milzgrösse von diversen Faktoren wie beispielsweise Stress, Alter, der hier durchgeführten Anästhesie und dem aktuellen Funktionszustand als Blut-speicher oder Abwehrorgan, was auch aus den ermittelten Korrelationen zwischen Grösse, Dichte und Bluthämatokrit ersichtlich ist. Derartige Differenzen sind somit als physiologisch anzusehen. Folglich erweisen sich Abweichungen der Grösseparameter von den Referenzwerten vor allem in Kombination mit einer Abrundung der Organränder als hinweisend auf eine Splenomegalie (THRALL, 2007).

Nieren

Die Nieren stellten sich ebenfalls von mittlerer Densität und grau dar und konnten, wie bei Mensch und Hund beschrieben (FIKE, 1980), aufgrund des umgebenden perirenal Fettgewebes bei allen Ziegen gut identifiziert werden. Auch das Nie-

renbecken war, bedingt durch seine Fetteinlagerungen, von geringerer Dichte als das Parenchym und somit von ihm abgrenzbar. Das hier ermittelte Verhältnis der Nierenlänge zur Länge des zweiten Lendenwirbels ähnelt am ehesten den Angaben bei der Katze. Bei dieser beträgt die normale Nierenlänge das 2.5 bis 3.5-fache des Wirbelkörpers (THRALL, 2007) und kann bei Erkrankungen der Nieren verändert sein. Die Ergebnisse der Nierenvolumina der Ziegen ähneln den Angaben beim Menschen (GERAGHTY et al., 2004), wonach das mittlere Volumen der linken Niere 160.3 cm³ beträgt und dasjenige der rechten mit durchschnittlich 152.7 cm³ etwas kleiner ist. Eine separate Volumenbestimmung von Mark und Rinde ist jedoch auch bei einer Kontrastmittelanwendung nicht möglich (LERMAN et al., 1990). Die Nierendichte zeigte eine relativ grosse individuelle Schwankungsbreite innerhalb der Gruppe, im Seitenvergleich beim Einzeltier wies sie jedoch keine signifikanten Unterschiede auf. Dies entspricht den Verhältnissen beim Menschen, dessen Nierenparenchymdichte in Abhängigkeit vom Dehydrationszustand des Individuums zwischen 30 und 50 HU liegt und sich dabei relativ homogen darstellt (SAGEL et al., 2002). Seitendifferenzen von über 5 HU dagegen werden beim Menschen als hinweisend auf Urolithiasis gewertet (GOLDMAN et al., 2004), eine Krankheit, die auch bei der Ziege nicht selten anzutreffen ist.

Pankreas

Die Identifikation des Pankreas war aufgrund seines geringen Kontrasts zu den umliegenden Strukturen in der nativen CT-Studie nicht immer einfach, aber aufgrund seiner bekannten Topographie in nahezu allen Fällen möglich. Seine dorso-ventrale Dicke von durchschnittlich 2.5 ± 0.43 cm ähnelt dabei den Angaben für das Landrasseschwein, bei dem im CT eine maximale Dicke von 2.5 cm beschrieben worden ist (PROBST et al., 1998).

Nebennieren

Die Nebennieren konnten aufgrund ihrer typischen Form und Lage fast immer identifiziert und vermessen werden. Ihre Grössenparameter ähneln den Angaben beim Hund (ASSHEUER, 1997) und können im Fall einer unilateralen Masse oder einer bilateralen Vergrösserung aufgrund einer tumorösen Erkrankung verändert sein.

7.1.3. Ingesta-Fenster

Für die Darstellung und Beurteilung der Pansenschichtung sowie der Ingesta in den übrigen Magenanteilen sowie im Darmtrakt waren weder das Weichteil- noch das Knochenfenster anwendbar. Es musste deshalb eine spezielle Fensterlage und -breite gesucht werden, mit der dies möglich war. Die beste Detailerkennbarkeit wurde mit den Einstellungen W 1500 HE/L 30 HU erzielt. Da CT-Studien des Abdomens beim Wiederkäuer bisher selten beschrieben wurden, können mit der vorliegenden Studie diesbezüglich erstmalige Angaben veröffentlicht werden. Bezüglich der Vermessung der Pansenphasen sind die dargestellten Ergebnisse wahrscheinlich von eingeschränkter Aussagekraft, da das Abdomen und somit auch der Pansen durch die Fixierung der Tiere auf dem CT-Tisch seitlich komprimiert wurden. Durch die Berechnung der Pansenphasen als prozentuale Anteile an der Pansenhöhe dürfte dieses Defizit jedoch etwas relativiert werden. Die Verhältnisse entsprechen den physiologischen Gegebenheiten im Pansen und können im Fall einer Tympanie, Azidose, Atonie oder Überladung des Pansens verändert sein (BOSTEDT und DEDIÉ 1996).

7.2. Vergleich der CT-Befunde mit den anatomischen Schnittpräparaten

Die Abbildung der anatomischen Schnittpräparate und der CT-Bilder in der vorliegenden Studie erfolgte jeweils in kaudaler Ansicht. Zum einen entspricht dies der Darstellung im CT, zum anderen wurde dies auch in früheren Vergleichsstu-

dien, beispielsweise beim Hund, entsprechend durchgeführt (SMALLWOOD und GEORGE, 1993). Die anatomischen Schnittbilder eigneten sich sehr gut zum direkten Vergleich mit den CT-Bildern, da Organe, Gefässe, Lymphknoten und Muskeln am besten auf ihnen erkannt und so anschliessend im CT-Bild identifiziert werden konnten. Sie gaben die topographischen Verhältnisse zueinander sowie die strukturellen und farblichen Unterschiede der Abdominalorgane exakt wieder und waren somit eine wertvolle Hilfe, um die Anatomie des Abdomens der Ziege zu veranschaulichen und die CT-Befunde an den Organen und Strukturen zu beschreiben. So konnte dank der Schnittpräparate der gesamte Gastrointestinaltrakt inklusive Oesophagus, Haube, Pansen, Psalter, Labmagen, Dünn- und Dickdarm grösstenteils gut dargestellt und in seinem Verlauf nachverfolgt werden, die parenchymatösen Organe wie Leber, Milz, Nieren waren leicht zu identifizieren, und sogar das Pankreas, die Nebennieren, die grossen Bauchgefässe und die Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale waren bei den meisten Ziegen auch in der CT-Studie zu erkennen. Bis auf kleine Gefässe, Nerven und die übrigen Lymphknoten (jene der Lcc. lumbale, coeliacum, mesentericum craniale sowie des Lc. mesentericum) konnten fast alle Strukturen erkannt werden. Sollte demzufolge die Identifikation der übrigen Lymphknoten im nativen CT-Bild möglich sein, ist anzunehmen, dass diese pathologisch vergrössert sind. Eine vergleichende Gegenüberstellung von CT-Bildern mit den entsprechenden anatomischen Schnittbildern lag bislang für eine Tierart aus der Gruppe der Wiederkäuer nicht vor. Für den Hund, die Katze und das Kaninchen wurde diese vergleichende Technik bereits angewandt und als essentiell zur Identifikation und Beschreibung der abdominalen Organe im CT befunden (FIKE et al., 1980; SMALLWOOD und GEORGE, 1992; SMALLWOOD und GEORGE, 1993; SAMII et al., 1998; ZÖGGELER et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2007; RIVERO et al., 2009; ZOTTI et al., 2009). Mit der vorliegenden Studie wurde somit erstmals ein vergleichender Bildatlas zur normalen computertomographischen Querschnittanatomie des Abdomens der Ziege erstellt.

7.3. Pathologisch-anatomische Befunde

Da bei 7 Ziegen pathologische Veränderungen an Leber oder Nieren zu verzeichnen waren, wurden die betroffenen Organe bzw. Organsysteme jeweils aus der statistischen Auswertung der Messungen herausgenommen. Am häufigsten war die Leber der Tiere betroffen. Bei 4 Ziegen konnte im Rahmen der parasitologischen Kotuntersuchung oder der pathologisch-anatomischen Untersuchung ein teils hochgradiger Befall mit *Fasciola hepatica* oder *Dicrocoelium dendriticum* nachgewiesen werden. Bei chronischer Fasziole können zystisch erweiterte Gallengänge mit adulten Leberegel sowie verkalkte oder vernarbte Gallengänge in der Leber gefunden werden (BOSTEDT und DEDIÉ, 1996; GAJEWSKA et al., 2005), was bei zwei der befallenen Tiere auch bei der computertomographischen Untersuchung anhand von fokalen Verkalkungen oder fleckigen Parenchymveränderungen nachvollziehbar war. Bei drei Ziegen konnten sowohl in den angefertigten Schnittpräparaten als auch in der vorangegangenen CT-Studie Bezoarsteine im ventralen Pansensack gefunden werden, die im CT aufgrund ihrer mineralisierten Oberfläche bei allen 3 Tieren gut darstellbar waren. Da solche Konkreme beim Wiederkäuer nicht selten anzutreffen sind (DAHME und WEISS, 2007), und da diese bei den drei Ziegen keinerlei klinische Symptome ausgelöst hatten, wurden sie als Zufallsbefunde gewertet. Die ringförmige Verkalkung beider Nieren sowie der Aortenwand in CT und Schnittpräparat bei einem Tier können auf einen gestörten Kalziumstoffwechsel mit Gewebemineralisation oder auf eine Verkalkung vorgeschädigten Gewebes zurückzuführen sein. In diesem Fall liessen der gute Allgemeinzustand der Ziege und die zusätzliche Gefässwandverkalkung im Bereich der Aorta abdominalis bei normalen Blutwerten die genaue Ursache der Veränderungen offen. Bei einer weiteren Ziege schliesslich wurde bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung eine Schrumpfniere gefunden, die bereits im CT aufgefallen war. Die Nephrozirrhose kann als Endstadium vieler Nierenparenchymerkrankungen entstehen (DAHME und WEISS, 2007). Bei dieser Ziege löste die einseitige Schrumpfniere bis auf eine leichtgradige Proteinurie keine klinische

Symptomatik aus, Serumharnstoff und -kreatinin lagen im Referenzbereich. Dies lässt sich durch eine Kompensation ihrer verlorengegangenen Funktion aufgrund einer Hypertrophie der gesunden Seite erklären.

7.4. Schlussbemerkungen

Hinsichtlich der Anwendbarkeit der Ergebnisse wird von einer vermehrten Verfügbarkeit der Computertomographie ausgegangen. Die Spiral-Computertomographie ermöglicht die Abklärung abdominaler Läsionen und kann dabei die konventionelle Radiographie, besonders in akuten Fällen, oft übertreffen (BAKER, 1997). Sie wird in der Humanmedizin sehr erfolgreich zur Diagnostik von Krankheitsprozessen eingesetzt, die mit Veränderungen von Grösse, Kontur, Position oder Gewebsdichte von Organen einhergehen (FIKE, 1980). Anhand der Fallvorstellung konnte stellvertretend für weitere Fälle gezeigt werden, dass die Computertomographie auch bei der Ziege in der Klinik angewendet wird. Trotzdem sind bisher keine verfügbaren Studien über die CT-Untersuchung des Abdomens der Ziege publiziert worden. Um dem aufkommenden Bedürfnis nach weiterführender Diagnostik zu entsprechen und die Anatomie der Ziege computertomographisch im Detail zu erforschen, reichen sowohl die bisher beschriebenen anatomischen Studien als auch die durch konventionelle Röntgenbilder gewinnbaren Informationen nicht aus. Ausgehend von der topographischen Anatomie des Abdomens der Ziege konnte mit der vorliegenden Arbeit die normale Querschnittanatomie des Abdomens der Ziege erarbeitet und somit die Grundlage für die Anwendung der CT bei diesen Tieren geschaffen werden. Sie soll hier für die Erhebung von CT-Befunden bei der Ziege die erste Voraussetzung liefern. Dabei soll die Darstellung der normalen Grössenverhältnisse der anatomischen Strukturen im Abdomen der Ziege bei der Erhebung von abnormen Befunden helfen. Viele Möglichkeiten, wie z. B. die Anwendung von Kontrastmitteln zur besseren Darstellung der parenchymatösen Organe und ihrer Perfusionsverhältnisse sowie zur Unterscheidung der einzelnen Abschnitte des Gastrointestinaltrakts oder auch der Gefässe, zur

Aufdeckung von Shunts im Zusammenhang mit Missbildungen, sind hier nicht ausgeschöpft worden. Derartige diagnostische Studien sollen jedoch in Zukunft zur Anwendung gelangen, da aus dieser Studie offensichtlich wird, dass der gesamte Körper einer Ziege von bis zu 86 kg Körpergewicht problemlos mit einem Computertomographen untersucht werden kann. Die Ergebnisse dieser Studie sollen ausblickend auch für eine andere Art aus der Gruppe der Wiederkäuer angewandt werden bzw. weiteren Studien als Vergleich dienen können.

8. Literaturverzeichnis

ABUZAID, S. M., T. SUGAMMA, S. M. ELNAHLA, M. ABDEL TAWAB, R. M. ABUZAID (1999): Cross-sectional anatomy of the abdomen of the goat. A study by computed tomography, magnetic resonance tomography and gross anatomy. Summer AAVA Meeting, July 1999, Baton Rouge, Louisiana.

ASSHEUER, J. and M. SAGER (1997): MRI und CT Atlas of the Dog. Blackwell Science Verlag, Berlin, 347-421.

ATALAN, G., F. J. BARR and P. E. HOLT (1999): Comparison of ultrasonographic and radiographic measurements of bladder dimensions and volume determinations. Res. Vet. Sci. 66, 175-177.

BAKER, S. (1997): Unenhanced helical CT versus plain abdominal radiography: a dissenting opinion. Radiology 204, 45-47.

BARONE, R. (2001): Splanchnologie 1 et 2. In: Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques. Editions Vigot Frères, Paris.

BECKER-BIRCK, M. (2009): Computertomographische Untersuchung des Thorax bei 30 Ziegen. Dissertation, Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich.

BERTOLINI, G., E. C. ROLLA, A. ZOTTI and M. CALDIN (2006): Three-dimensional multislice helical computed tomography techniques for canine extrahepatic portosystemic shunt assessment. Vet. Radiol. Ultrasound 47, 439-443.

BOSTEDT, H. und K. DEDIÉ (1996): Schaf- und Ziegenkrankheiten. 2. Aufl., Hrsg. K. Löffler und D. Strauch, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 300-362.

BREIMAN, R. S., J. W. BECK, M. KOROBKIN, R. GLENNY, O. E. AKWARI, D. K. HEASTON, A. V. MOORE and P. C. RAM (1982): Volume determinations using computed tomography. Am. J. Roentgenol. 138, 329-333.

BRÖMEL, C., P. Y. BARTHEZ, R. LEVEILLE and P. V. SCRIVANI (1998): Prevalence of gallbladder sludge in dogs as assessed by ultrasonography. Vet. Radiol. Ultrasound. 39, 206-210.

CHUL KIM, J. (2004): Animal study of renal volume measurement on abdominal CT using digital image processing; Preliminary report. Clin. Imaging 28, 135-137.

CLOETE, S. W. and K. G. HAUGHEY (1990): Radiographic pelvimetry or the estimation of pelvic dimensions in Merino, Dormer and S A mutton Merino ewes. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 61, 55-58.

DAHME, E. und E. WEISS (2007): Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. 6. Aufl., Enke in MVS Medizinverlage, Stuttgart, 110-201.

DE RYCKE, L. M., I. M. GIELEN, P. J. SIMOENS and H. VAN BREE (2005): Computed tomography and cross-sectional anatomy of the thorax in clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.* 66, 512-524.

DYCE, K. M., W. SACK and C. J. G. WENSING (2002): Textbook of Veterinary Anatomy. 3. edn., W. B. Saunders, Philadelphia, 100-147.

EL SHERIF, A., S. J. McPHERSON and A. K. DIXON (1999): Spiral CT of the abdomen: increased diagnostic potential. *Eur. J. Radiol.* 31, 43-52.

ENEROTH, A., C. LINDE-FORSBERG, M. UHLHORN and M. HALL (2008): Radiographic pelvimetry for assessment of dystocia in bitches: a clinical study in two terrier breeds. *J. Small Anim. Pract.* 40, 257-264.

FEENEY, D. A., T. F. FLETCHER and R. M. HARDY (1991): Atlas of Correlative Imaging Anatomy of the Normal Dog, Ultrasound and Computed Tomography. W. B. Saunders, Philadelphia, 184-333.

FEUERBACH, S., A. GEISLER, J. SEITZ and J. GMEINWIESER (1997): Radiologic diagnosis of space-occupying lesions of the liver. Computerized tomography, magnetic resonance tomography, angiography. *Internist (Berl.)* 38, 908-916.

FIFE, W. D., V. F. SAMII, W. T. DROST, J. S. MATTOON and S. HOSHAW-WOODARD (2004): Comparison between malignant and nonmalignant splenic masses in dogs using contrast-enhanced computed tomography. *Vet. Radiol. Ultrasound* 45, 289-297.

FIKE, J. R., E. M. DRUY, B. C. ZOOK, D. O. DAVIS, J. E. THOMPSON, E. CHANEY and E. W. BRADLEY (1980): Canine anatomy as assessed by computerized tomography. *Am. J. Vet. Res.* 41, 1823-1832.

FISHMAN, E. K. and R. B. JEFFREY (2004): Multidetector CT. Principles, Techniques and Clinical Applications. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 4-581.

FRANK, P., M. MAHAFFEY, C. EGGER and K. K. CORNELL (2003): Helical computed tomographic portography in ten normal dogs and ten dogs with a porto-systemic shunt. *Vet. Radiol. Ultrasound* 44, 392-400.

GAJEWSKA, A., K. SMAGA-KOZLOWSKA and M. WISNIEWSKI (2005): Pathological changes of liver in infection of *Fasciola hepatica* (Article in Polish). *Wiad Parazytol.* 51, 115-123.

GARLAND, M. R., L. P. LAWLER, B. R. WHITAKER, I. D. WALKER, F. M. CORL and E. K. FISHMAN (2002): Modern CT applications in veterinary medicine. *Radiographics* 22, 55-62.

GERAGHTY, E. M., J. M. BOONE, J. P. McGAHAN and K. JAIN (2004): Normal organ volume assessment from abdominal CT. *Abdom. Imaging* 29, 482-490.

GERZOF, S. G., A. H. ROBBINS and D. H. BIRKETT (1978): Computed tomography in the diagnosis and management of abdominal abscesses. *Gastrointest. Radiol.* 3, 287-294.

GOLDMAN, S. M., S. FAINTUCH, S. A. AJZEN, D. M. CHRISTOFALO, M. P. ARAUJO, V. ORTIZ, M. SROUGI, P. J. KENNEY and J. SZEJNFELD (2004): Diagnostic value of attenuation measurements of the kidney on unenhanced helical CT of obstructive ureterolithiasis. *Am. J. Roentgenol.* 182, 1251-1254.

GROELL, R., L. MACHAN, G. J. SCHAFFLER, M. UGGOWITZER and K. H. PEICHEL (1997): Morphometric measurement of abdominal organs. Comparison of ultrasound and spiral CT. *Acta Radiol.* 38, 982-985.

HAMM, M., F. WAWROSCHEK, D. WECKERMANN, E. KNÖPFLE, T. HÄCKEL, H. HÄUSER, G. KRAWCZAK and R. HARZMANN (2001): Unenhanced helical computed tomography in the evaluation of acute flank pain. *Eur. Urol.* 39, 460-465.

HATHCOCK, J. T. and R. L. STICKLE (1993): Principles and concepts of computed tomography. *Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.)* 23, 399-415.

JUNKUSZEW, A. and F. RINGDORFER (2005): Computer tomography and ultrasound measurement as methods for the prediction of the body composition of lambs. *Small Ruminant Res.* 56, 121-125.

KARNUALI, A. B., K. MORIYA, N. NAKANISHI, T. NADE, T. MITSUHASHI and Y. SASAKI (2001): Computer image analysis for prediction of carcass com-

position from cross-sections of Japanese Black steers. *J. Anim. Sci.* 79, 2851-2856.

KAYAALP, C., K. ARDA, A. OTO and M. ORAN (2002): Liver volume measurement by spiral CT: an in vitro study. *Clin. Imaging* 26, 122-124.

KÖNIG, H. E., J. SAUTET und H.-G. LIEBICH (2005): Verdauungsapparat. In: *Anatomie der Haussäugetiere*, 3. Aufl., Schattauer Verlag, Stuttgart, 355.

LEBLANC, A. K. and G. B. DANIEL (2007): Advanced imaging for veterinary cancer patients. *Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.)* 37, 1059-1077.

LERMAN, L. O., M. D. BENTLEY, M. R. BELL, J. A. RUMBERGER and J. C. ROMERO (1990): Quantitation of the in vivo kidney volume with cine computed tomography. *Invest. Radiol.* 25, 1206-1211.

MATEGRANO, V. C., J. PETASNICK, J. CLARK, A. C. BIN and R. WEINSTEIN (1977): Attenuation values in computed tomography of the abdomen. *Radiology* 125, 135-140.

MONTAGNE, J. P., H. Y. KRESSEL, M. KOROBKIN and A. A. MOSS (1978): Computed tomography of the normal adrenal glands. *Am. J. Roentgenol.* 130, 963-966.

MORTELE, K. J., J. McTAVISH and P. R. ROS (2002): Current techniques of computed tomography: Helical CT, multidetector CT, and 3D Reconstruction. *Clin. Liver Dis.* 6, 29-52.

MOSS, A. A., M. A. FRIEDMAN and A. C. BRITO (1981): Determination of liver, kidney, and spleen volumes by computed tomography: an experimental study in dogs. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 5, 12-14.

NATHAN, J. M., B. A. BRADSHAW, N. BARTOLETTI and M. L. WITTEN (2000): Non-invasive measurement of organ density in a rat simulated microgravity model. *Aviat. Space Environ. Med.* 71, 894-898.

NAVARRE, C. B. und D. G. PUGH (2002): Diseases of the Gastrointestinal System. In: *Sheep & Goat Medicine*. Ed. D. G. Pugh. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 69-107.

NEWELL, S. M., J. P. GRAHAM, G. D. ROBERTS, P. E. GINN, J. M. HARRISON (1999): Sonography of the normal feline gastrointestinal tract. *Vet. Radiol. Ultrasound.* 40, 40-43.

NICKEL, R., A. SCHUMMER, K.-H. WILLE und H. WILKENS (2004a): Bewegungsapparat. In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band 1, 8. Aufl., Hrsg. J. Frewein, K. Wille, H. Wilkens, Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag, Stuttgart, 15-105.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (2004b): Eingeweide. In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band 2, 9. Aufl., Hrsg. J. Frewein, H. Gasse, R. Leiser, H. Roos, H. Thomé, B. Vollmerhaus, H. Waibl, Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag, Stuttgart, 103-434.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (1996): Kreislaufsystem, Haut und Hautorgane. In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band 3, 3. Aufl., Hrsg. H. Wilkens, H. Waibl, Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag, Stuttgart, 132-422.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (2004c): Nervensystem, Sinnesorgane und endokrine Drüsen. In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band 4, 9. Aufl., Hrsg. G. Böhme, Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag, Stuttgart, 491-496.

NOVELLINE, R. A., J. T. RHEA, P. M. RAO and J. L. STUK (1999): Helical CT in emergency radiology. *Radiology* 213, 321-339.

OHLERTH, S. und B. KASER-HOTZ (2001): Computed tomography as an aid in the management of tumors in small animals. *Kleintierpraxis* 46, 5-14.

PALMA, A., F. CAPPELLO, F. MINEO, V. SCALICI, G. PERI, F. FARINA and G. ZUMMO (1999): Measurements of the diameter of the abdominal aorta using CT. *Ital. J. Anat. Embryol.* 104, 113-119.

PENNINCK, D. G. (2002): Gastrointestinal Tract. In: *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 2nd edn, Eds. T. G. Nyland, J. S. Mattoon, WB Saunders, Philadelphia, 207-230.

POPESKO, P. (2007a): Brust- und Bauchhöhle. In: *Atlas der topographischen Anatomie der Haustiere*. Band 2, 6. Aufl., Enke in MVS Medizinverlage, Stuttgart, S. 94-97.

POPESKO, P. (2007b): Becken und Gliedmassen. In: *Atlas der topographischen Anatomie der Haustiere*. Band 3, 6. Aufl., Enke in MVS Medizinverlage, Stuttgart, S. 92-93.

PROBST, A., W. HENNINGER, M. WILLMANN, B. BERGMEISTER und U. LOSERT (1998): CT-Anatomie des Pankreas beim Schwein in der medizinischen Forschung. Wien. Tierärztl. Mschr. 85, 352-358.

RIVERO, M. A., J. M. VÁZQUEZ, F. GIL, J. A. RAMÍREZ, J. M. VILAR, A. DE MIGUEL and A. ARENCIBIA (2009): CT-soft tissue window of the cranial abdomen in clinically normal dogs: An anatomical description using macroscopic cross-sections with vascular injection. Anat. Histol. Embryol. 38, 18-22.

RUBINSTEIN, Z., Z. HEYMAN, B. MORAG and Y. ITZCHAK (1983): Ultrasound and computed tomography in the diagnosis and drainage of abscesses and other fluid collections. Isr. J. Med. Sci. 19, 1050-1055.

SAGEL, S. S., R. J. STANLEY, R. G. LEVITT and G. GEISSE (2002): Computed tomography of the kidney (Reprinted from 1977). J. Urol. 167, 458-468.

SAMII, V. F., D. S. BILLER and P. D. KOBLIK (1998): Normal cross-sectional anatomy of the feline thorax and abdomen: comparison of computed tomography and cadaver anatomy. Vet. Radiol. Ultrasound 39, 504-511.

SCHARF, G., P. DEPLAZES, B. KASER-HOTZ, L. BORER, A. HASLER, M. HALLER and M. FLÜCKIGER (2004): Radiographic, ultrasonographic, and computed tomographic appearance of alveolar echinococcosis in dogs. Vet. Radiol. Ultrasound 45, 411-418.

SCHOEPF, U. J., C. BECKER, R. BRÜNING, C. HONG, G. F. RUST, T. HELMBERGER, P. LEIMEISTER, A. STADIE, M. NIETHAMMER, B. KLINGEMANN and M. F. REISER (1999): Computed tomography of the abdomen with multidetector-array CT. Radiologie 39, 652-661.

SHEEDY, P. F., D. H. STEPHENS, R. R. HATTERY, L. R. BROWN and R. L. McCARTY (1979): Computed tomography of the abdominal organs. Adv. Intern. Med. 24, 445-479.

SMALLWOOD, J. E. and T. F. GEORGE (1992): Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: Caudal abdomen and pelvis. Vet. Radiol. Ultrasound 33, 143-167.

SMALLWOOD, J. E. and T. F. GEORGE (1993): Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: Thorax and cranial abdomen. Vet. Radiol. Ultrasound 34, 65-84.

STICKLE, R. L. and J. T. HATHCOCK (1993): Interpretation of computed tomographic images. *Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.)* 23, 417-435.

STIEGER, S. M., A. ZWINGENBERGER, R. E. POLLARD, A. E. KYLES and E. R. WISNER (2007): Hepatic volume estimation using quantitative computed tomography in dogs with portosystemic shunts. *Vet. Radiol. Ultrasound* 48, 409-413.

TEIXEIRA, M., F. GIL, J. M. VAZQUEZ, L. CARDOSO, A. ARENCIBIA, G. RAMIREZ-ZARZOSA and A. AGUT (2007): Helical computed tomographic anatomy of the canine abdomen. *Vet. J.* 174, 133-138.

THOENY, H. C. and H. HOPPE (2003): Unenhanced spiral CT in urolithiasis: indication, performance and interpretation. *Rofo.* 175, 409-410.

THRALL, D. E. (2007): *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. 5. edn., W. B. Saunders, Philadelphia, 625-802 .

VAN BREE, H., V. JACOBS and P. VANDEKERCKHOVE (1989): Radiographic assessment of liver volume in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 50, 1613-1615.

VAN HOOGLMOED, L., G. ROBERTS, J. R. SNYDER, T. YARBROUGH and F. HARMON (1998): Use of computed tomography to evaluate the intestinal tract of adult llamas. *Vet. Radiol. Ultrasound* 39, 117-122.

VINCENT, J. M., I. D. MORRISON, P. ARMSTRONG and R. H. REZNEK (1995): The size of normal adrenal glands on computed tomography. *Clin. Radiol.* 50, 202.

VOGEL, H. (1986): *Masse in der Sonographie und Computertomographie*. Ecomed Verlagsgesellschaft mbH, Landsberg am Lech, 1-329.

VOORHOUT, G. (1990): X-ray-computed tomography, nephrotomography, and ultrasonography of the adrenal glands of healthy dogs. *Am. J. Vet. Res.* 51, 625-631.

VOORHOUT, G., A. RIJNBEEK, B. E. SJOLLEMA and T. S. VAN DEN INGH (1990): Nephrotomography and ultrasonography for the localization of hyperfunctioning adrenocortical tumors in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 51, 1280-1285.

WISNER, E. R. and R. E. POLLARD (2004): Trends in veterinary cancer imaging. *Vet. Comp. Oncol.* 2, 49-74.

YAMAZOE, K., F. OHASHI, T. KADOSAWA, R. NISHIMURA, N. SASAKI and A. TAKEUCHI (1994): Computed tomography on renal masses in dogs and cats. J. Vet. Med. Sci. 56, 813-816.

ZÖGGELER, E., A. PROBST, M.-C. SORA und H. E. KÖNIG (2002): Plastinierte Körperfeschnitte als neues Hilfsmittel zur Darstellung der Schnittanatomie am Beispiel der Bauch- und Beckenhöhle des Hundes. Wien. Tierärztl. Mschr. 89, 115-121.

ZOTTI, A., T. BANZATO and B. COZZI (2009): Cross-sectional anatomy of the rabbit neck and trunk: Comparison of computed tomography and cadaver anatomy. Res.Vet. Sci. 87, 171-176.

ZWINGENBERGER, A. L., T. SCHWARZ and H. M. SAUNDERS (2005): Helical computed tomographic angiography of canine portosystemic shunts. Vet. Radiol. Ultrasound 46, 27-32.

9. Danksagung

Hier möchte ich all denen ganz herzlich danken, deren Hilfe zum Gelingen dieser Arbeit im Rahmen eines grossen Gesamtprojektes beigetragen hat:

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Überlassung des Themas, die Übernahme des Referats, die Betreuung und grosszügige Unterstützung

Herrn Prof. Dr. H. Augsburger für die Übernahme des Korreferats und die anatomischen Korrekturen

Frau Dr. S. Ohlerth für die kompetente fachliche Betreuung, die radiologische Befundung der CT-Studien und die statistische Auswertung

Meiner Kollegin Frau M. Becker-Birck und meinem Kollegen Herrn M. Makara für die gute Zusammenarbeit beim gemeinsamen Projekt

Herrn U. Müller für die Übernahme der Leitung der anatomischen Schnittpräparation und die stets freundliche Unterstützung

Frau A. Hug für die Hilfe bei der digitalen Bearbeitung der anatomischen Schnittbilder sowie ihre Geduld bei meinen eigenen Bemühungen

Heike Botha für ihren grossen Einsatz bei den Volumenmessungen

Frau K. Steininger und Frau D. Jacquat für die gemeinsame klinische Untersuchung aller 30 Ziegen

Frau Dr. R. Jud für die Durchführung der Anästhesie während der CT-Untersuchungen

Frau A. Angst für die technische Durchführung der computertomographischen Untersuchung der Ziegen

Herrn Prof. Dr. H. Lutz, Veterinärmedizinisches Labor, für die Ausführung der Laboruntersuchungen

Herrn Prof. Dr. P. Deplazes, Institut für Parasitologie, für die parasitologische Untersuchung der Kotproben der Ziegen

Herrn Prof. Dr. A. Pospischil und Herrn Dr. P. Ossent, Institut für Veterinärpathologie, für die Untersuchung der Organproben

Herrn Dr. A. Tschuor für die Organisation der Ziegen und der CT-Termine

Den Tierpflegerinnen und Tierpflegern des Departements für Nutztiere für die gute Betreuung der Ziegen

Den Ziegen selbst, die jetzt auf immergrünen Weiden grasen dürfen

Meiner Familie, meinen Bürokollegen Eva Forster und Manuel Adler sowie Dr. U. Bleul, Dr. C. Gerspach und C. Reichert für ihre wertvollen Tipps und Aufmunterungen, sowie dem Rest des Teams der Rindermedizin und natürlich meinen Freunden, meinen Mitbewohnern und ganz besonders Ralph.

Lebenslauf

Mona Irmer

22. August 1981	geboren in Friedrichshafen, Deutschland
1988 – 1992	Wiestorschule Überlingen
1992 – 2001	Gymnasium Überlingen
2001	Abitur (allgemeine Hochschulreife)
2001 – 2007	Studium der Veterinärmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München mit Erasmus-Semester 03/04 an der Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Im Jahr 2007 Erteilung der tierärztlichen Approbation
Seit Juni 2007	Dissertation und Assistentenstelle am Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich